Band 48 / Heft 2 *Juni 1961*

E & A

R

COMMONWEALTH INST. OF ENTOMOLOGY
26 JUN 1961
EU 270

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

BEGRÜNDET VON K. ESCHERICH

HERAUSGEGEBEN VON

W. ZWÖLFER

Dr. rer. nat., o. ö. Professor für angewandte Zoologie
an der Universität München

Mit 32 Abbildungen

VERLAG PAUL PAREY · HAMBURG UND BERLIN
POSTVERLAGSORT HAMBURG

Inhalt

ORIGINALAUFSÄTZE

Houseflies in Israel. Von K. R. S. Ascher 115

Beiträge zur Biologie und ökonomischen Bedeutung räuberisch lebender Käferarten. Von F. Scherney Teil III 163

Zur Unterscheidung der Larven von *Gilpinia abieticola* (D. T.), *G. polytoma* (Htg.) und *G. hercyniae* (Htg.) *(Hymenoptera: Diprionidae)* nach dem Zeichnungsmuster der Kopfkapseln. Von H. Vehrke 176

Systematische Klarstellungen zur Ameisenfauna des nordostkarelischen Urwaldes. Von K. Hölldobler 186

Die Forstentomologie in der russischen Zeitschrift „Lesnoje chosjaistwo" (Forstwirtschaft). Von L. Brammanis 188

Beitrag zur Biologie von *Blaberus craniifer* Burm. *(Orthoptera, Blattidae)* und vergleichende Untersuchungen zum Wirkungsmechanismus der chlorierten Kohlenwasserstoffe Chlordan und Heptachlor, II. Teil. Von F. Ph. J. Neubecker 201

PERSONALIEN

Zum Gedenken an Ernst Janisch. Von H. Maercks 229

Schriftleitung: Alle Einsendungen sind mit dem ausdrücklichen Vermerk „Für Zeitschrift für angewandte Entomologie" ausschließlich an Prof. Dr. W. Zwölfer, München 13, Amalienstr. 52, Gartengeb., zu richten.

Manuskripte: Die Zeitschrift veröffentlicht Originalabhandlungen, kleine Mitteilungen und Buchbesprechungen. Die Beiträge sind so kurz und präzise wie möglich zu halten. Tabellen und Abbildungen wird gebeten, auf das Notwendigste zu beschränken. Jeder Abhandlung ist am Schluß eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse in deutscher und, wenn möglich, englischer Sprache anzufügen. Die Titel zitierter Zeitschriften sind nach den internationalen Regeln zu kürzen. Für Manuskripte, die einen Umfang von 50 Seiten übersteigen, bittet der Herausgeber, vor Absendung mit ihm Fühlung aufzunehmen.
Es wird gebeten, die Manuskripte möglichst mit Schreibmaschine und nur einseitig zu schreiben und Sperrungen möglichst zu vermeiden. Photographische Abbildungsvorlagen müssen so beschaffen sein, daß sie eine kontrastreiche Wiedergabe ermöglichen. Alle dem Manuskript beiliegenden Unterlagen wie Photographien, Zeichnungen, Tabellen sollen auf der Rückseite mit dem Namen des Verfassers und dem Titel des Beitrages versehen sein. Bei Abbildungen, die bereits erfolgten Veröffentlichungen entnommen werden sollen, ist eine genaue Quellenangabe erforderlich.
Mit der Übergabe des Manuskriptes überträgt der Verfasser dem Verlag Paul Parey das Recht, die Herstellung von photomechanischen Vervielfältigungen in gewerblichen Unternehmen zum innerbetrieblichen Gebrauch nach Maßgabe des zwischen dem Börsenverein des Deutschen Buchhandels und dem Bundesverband der Deutschen Industrie abgeschlossenen Rahmenabkommens vom 14. 6. 1958 zu genehmigen.

Honorierung: Das Mitarbeiterhonorar beträgt DM 40,– je Druckbogen von 16 Seiten. Mehr als drei Druckbogen je Beitrag werden nicht honoriert. Der von Abbildungen und Tabellen eingenommene Raum sowie Doktor-Dissertationen sind honorarfrei.

Sonderdrucke: Die Verfasser von Originalarbeiten erhalten von ihrem Beitrag nach Druckbeendigung auf Wunsch unberechnet 30 Sonderdrucke, die Verfasser von Doktor-Arbeiten 50 Sonderdrucke. Mehrbedarf kann gegen Berechnung angefertigt werden, jedoch nur, wenn die Bestellung unmittelbar mit der Rücksendung der Fahnenkorrektur, spätestens der 1. Umbruchkorrektur, bei der Schriftleitung aufgegeben worden ist.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdrucks und der photomechanischen Wiedergabe, sind vorbehalten. Gewerblichen Unternehmen wird jedoch die Anfertigung einer photomechanischen Vervielfältigung von Beiträgen oder Beitragsteilen für den innerbetrieblichen Gebrauch durch Photokopie, Mikrokopie und dergleichen nach Maßgabe des zwischen dem Börsenverein des Deutschen Buchhandels und dem Bundesverband der Deutschen Industrie abgeschlossenen Rahmenabkommens vom 14. 6. 1958 gegen Bezahlung der dort vorgesehenen Gebühr bis zu drei Exemplaren gestattet. Die Vervielfältigungen haben einen Vermerk über die Quelle und den Vervielfältiger zu tragen, und die in dem Rahmenabkommen vorgesehene Gebühr ist an die Inkassostelle für Photokopiergebühren beim Börsenverein des Deutschen Buchhandels e. V., Frankfurt/Main, Gr. Hirschgraben 17/19, zu entrichten. Erfolgt die Entrichtung der Gebühren durch Wertmarken der Inkassostelle, so ist für jedes Photokopierblatt eine Marke im Betrag von DM 0,30 zu verwenden.

Erscheinungsweise und Bezugspreis: Die Zeitschrift erscheint in zwangloser Folge im Umfang von ungefähr 7 Druckbogen je Heft. Jährlich erscheinen etwa 6 bis 8 Hefte, von denen 4 jeweils einen Band bilden. Das Abonnement verpflichtet zur Abnahme eines ganzen Bandes und verlängert sich jeweils stillschweigend, wenn nicht unmittelbar nach Erhalt des letzten Heftes eines Bandes Abbestellung erfolgt. Die Hefte werden einzeln berechnet. Der Preis beträgt je Druckbogen etwa DM 4,–. Der Preis der Hefte außerhalb des Abonnements ist jeweils um 10 % teurer.
Die Zeitschrift kann bei jeder Buchhandlung oder beim Verlag Paul Parey, Hamburg 1, Spitalerstr. 12, bestellt werden.

© Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin 1961 · Printed in Germany by Westholst. Verlagsdruckerei Boyens & Co., Heide/Holstein

Z. ang. Ent. Bd. 48 (1961) H. 2 S. 115–232

Abonnementspreis dieses Heftes DM 31,– Einzelpreis DM 34,10

Houseflies in Israel

III. Some observations at breeding sites in rural areas, and considerations about the influence of Israeli manure handling methods on housefly breeding[1]

By K. R. S. Ascher[2]

with the technical aid of A. Ben-Shmuel

With 10 figures

Contents: A. General introduction p. 115 – 1. Introductory remarks and review of earlier work p. 115 – 2. The country and its climate p. 116 – 3. Types of Israel settlements and villages p. 117 – 4. Larval breeding sites in rural Israel, general – B. Manure and its nature – 1. Functions excerted by manure in the soil p. 119 – 2. Properties and composition of different manures p. 119 – 3. The plant food content of manure and how it is affected by the decomposition of manure p. 122 – 4. Decomposition of manure p. 123 – 5. Why manure is rotted, relative value of fresh and rotted manure p. 124 – 6. Sources of losses of plant nutrients from manure p. 125 – 7. Prevention (at least in part) of losses from manure – C. Procedures pertaining to manure, especially cow manure, and construction of manure piles in Israel p. 128 – 1 Introductory remarks, cow manure p. 128 – 2. The excrements of the cow – 3. Arrangements of barns and manure management – 4. Bedding – 5. Construction of the pile – 6. Pressing of the pile – 7. Absorption of liquids – 8. Wetting of the pile – 9. Addition of other organic material to the pile – 10. Addition of soil to manure piles – 11. Addition of kitchen refuse to the pile – 12. Protection of the pile from climatic damage – 13. Special procedure regarding cow manure in deep bedding type sheds – 14. Steps of fermentation of manure in piles, and quantities of manure obtainable – 15. Other frequently occurring manures, and their handling in Israel – D. The housefly survey p. 137 – 1. The breeding sites – 2. Israeli agriculture and houseflies – 3. List of the villages visited – 4. Findings of the survey in various of the country – E. Discussion, recommendations and conclusions p. 157 – Summary p. 161 – Zusammenfassung – Bibliography p. 162.

A. General Introduction

1. Introductory remarks and review of earlier work

Rural areas in Israel suffer from heavy housefly infestations during the greater part of the year. It was therefore, that a systematical survey of housefly breeding in the rural areas of Israel was carried out during 1955 and 1956. The findings on the resistance level of the strains collected (Ascher, with technical aid of Roch, 1957) and a taxonomic study, which showed the presence of mainly *M. vicina* and some *M. nebulo* at the common rural breeding sites (Gratz, Rosen and Ascher 1957) have been published as Parts I and II of this series. During collection of the larvae for the resistance survey, some collateral observations on conditions at the breeding sites were gathered: they form the subject of the present report.

Some very careful observations on the biology of the housefly in Israel

[1] Study undertaken at the Medical Research Laboratories, Medical Corps, Israel Defence Forces, Israel in 1955–57. Parts I and II – Kiv. Parassit. **18**, 113 and 123 (1957).

[2] Present address: Department of Toxicology, Agricultural Research Station, Beit-Dagan, Israel.

have been published by BODENHEIMER[3] (1931). Housefly larval breeding conditions in Kiryat-Anavim, a hill settlement near Jerusalem, has been studied by FELDMAN-MUHSAM (1942, 1944). Later on MER devoted much attention to this problem: temperatures at the breeding sites in manure piles were measured, the interesting nightly "en masse" migration of the housefly from houses to the nearby vegetation in rural areas was described (SILVERMAN and MER 1953) and the day-time distribution of DDT-resistant flies in buildings of agricultural settlements was investigated (MER 1953). Finally, detailed observations on the housefly breeding in 11 settlements in Northern Israel have been recorded (MER 1954). During December 1955, Dr. H. SPEICH, acting as WHO medical consultant on the housefly problem, visited Israel and his findings during his stay in the country as well as the facts he collected from local experts, were summed up in form of a WHO report (SPEICH 1956).

The present study is based on our field observations in about 100 villages, settlements and semi-rural townlets. A detailed description of the individual breeding conditions and infestation in each of the localities visited has been published in form of a mimeographed brochure in the Hebrew language, while in a further publication in the same language some remedies were suggested. (ASCHER, with technical aid of BEN-SHMUEL, 1956, 1956a).

The seasonal distribution and behaviour of houseflies in the rural areas of a neighbouring country (Egypt) have been followed attentively by HAFEZ (1941) and MADWAR and ZAHAR (1951, 1953). Specialized studies, dedicated to *M. sorbens*, its biology, ecology and its relation to eye diseases have been published recently by HAFEZ and ATTIA (1958, 1958a, 1958b).

2. The country and its climate

Israel has an area of 20700 sq. km., which can be divided as follows: 4000 sq. km. plains and valleys, 4000 sq. km. mountaineous country, 12700 sq. km. the Negev and the Judean deserts. At the beginning of this survey in 1955 the population was about 1 750 000, while it had reached about 1 875 000 at the end of 1956.

Notwithstanding its small area, Israel presents extreme contrasts in topography and climate. The *mean* maximum and minimum temperatures in Upper Galilea in January are 10° and 4° C, and in August, the hottest month of the year, 29,5° and 20° C, whilst at the port of Eilath on the Red Sea the values for January are 21° and 10° C, and for August 40° and 26° C (see Table 1).

The rain season is from October to March, while during the rest of the year it does not rain. The number of rainy days and amount of precipitations

[3] This fundamental study on houseflies in Palestine was published by the late Prof. F. S. BODENHEIMER (1897–1959) in the *Zeitschrift für angewandte Entomologie* 30 years ago. Also many others of BODENHEIMER's early works and articles were published in this journal (*Z. angew. Ent.*, Volumes 9–19). Prof. BODENHEIMER passed away on 4th October 1959. The scientific legacy of BODENHEIMER comprises more than 400 scientific papers and numerous books on agricultural entomology, animal ecology, the vertebrate fauna of Israel and the history of biology, all subjects in which he was an acknowledged leader and undisputed master. Shortly before his death he completed his autobiography ("*A biologist in Israel – A book of reminiscences*", Biological Studies, Publishers, Jerusalem, Israel, 1959, 492 pp.), a most fascinating book; he expressed in it his unbounded admiration for the founder of this journal, KARL ESCHERICH, to whom he was bound by a life-long friendship.

decreases from North to South: While the 1000 mm mark is passed at the Meron mountain (1208 m) in Upper Galilea, Haifa in the North has 650–750 mm and 65 rains days, Jerusalem 550–600 mm, Tel-Aviv 500–550 mm, Ashkelon in the South 420 mm and 40 rainy days, while near the Dead Sea, and at Eilath at the extreme southern border of the country the annual rainfall is only around 3 mm.

Table 1

Climate — Mean minimum and maximum temperatures (in degrees centigrade)

	January	August
Mount Canaan (upper Galilea)	4,4– 9,8	18,4–29,2
Tel-Aviv (coastal plain)	8,5–17,9	21,0–29,7
Jerusalem (mountains of Judea)	5,3–11,0	20,8–30,6
Eilat (Gulf of Akaba)	9,7–20,9	25,6–40,3

3. Types of rural settlements and villages

Among the Jewish community in Israel, we have to distinguish the following forms of agricultural settlements and villages:

a. Collective community settlements (Kibbuz)

The *Kibbuz* is founded on the principle of collective property of the means of production. This allows a maximal concentration and rational management of agricultural equipment, the establishment of one central cow barn and milk dairy (sometimes including up to a 100 cows) and an efficient direction of the economical affairs of the *Kibbuz* by a secretariate. Full individual liberty is insured to each member of the *Kibbuz* and absolute autonomy to the *Kibbuz* versus the state. The *Kibbuz* is characterized by the unbelievable efforts which are done for the education and well being of the young generation. In 1956 there existed about 250 *Kibbuzim* in Israel with close to 100 000 inhabitants.

b. Cooperative villages (Moshav Ovdim)

The cooperative village is composed of families, each of which is individually responsible for its own auxiliary farm, and disposes as it wishes of its farm products. On the other hand, the grounds around the *Moshav Ovdim* are divided in equal parts among the families. The cooperation among the families united in the general assembly of the village provides for the sale of the crops according to the classic principles of the cooperative movement. These principles also dominate the organization of the various public services of the village, such as schools, hygiene, credits, mutual assistance etc. There were in 1956 about 300 cooperative villages in Israel, with a population of about 100 000 inhabitants.

c. Mixed cooperative villages (Moshav Shitufi)

The mixed cooperative village is a newer development (1937) and tends to unite the advantages of a collectivistic economy (as in the *Kibbuz*) and of

the norms of individualistic life (as in the *Moshav Ovdim*). The organization and agricultural work is similar to the forms of the *Kibbuz*: General assembly, daily distribution of work, collective property of means of production, organization of production and development in community. But, on the other hand, the gains, instead of being reinvested each year as done in the *Kibbuz*, are divided between the members of the village. Privacy remains undisturbed. Though they are so far only comparatively few villages of this type in Israel (about 30), the form, which guarantees both a feeling of complete economic security on one hand and privacy on the other hand, is slowly gathering ground in Israel, especially in the newly founded settlements.

d. Villages of traditional type

There exist, in addition to the above said, about 210 villages of the traditional type (Jewish and of the Arab and other minorities) in which live about 250 000 inhabitants.

The collective and the cooperative sectors of agriculture in Israel are, however, by far the most important and advanced in the country and have arrived at very high technical standards.

4. Larval breeding sites in rural Israel, general

In our surveys in the villages and agricultural settlements, the extent of breeding was examined at various potential breeding sites in each locality visited. The infestation of adult flies was estimated from the numbers of flies per cow in the cow barns.

The breeding sites of the housefly in rural Israel can be divided according to sources as follows:

a. Cow manure
b. Chicken manure
c. Manure of other animals, such as swine, horses etc.
d. Garbage and remnants of food, heaps of putrefying fruit or vegetables, and other refuse
e. Earth impregnated with organic matter, such as urine, slop, dishwater etc.
f. Human faeces

Since, on one hand, Israeli agriculture, and especially in its collective and cooperative sectors, is highly mechanized, so that working beasts as horses and mules are not used too extensively, and on the other hand dairy and chicken farming are most intensively developed, the main animal manures encountered are *cow* and *chicken* manures, followed at a large distance by horse, mule and ass manure[4]. Droppings (pellets) of goats and sheep do not produce fly breeding problems in Israel. The raising of swine, considered an unclean animal by the observant Jew and by the Moslem, is of no great importance, though unusually concentrated and unpleasant housefly infestations are caused by neglected swine manure in some semi-rural townlets,

[4] In 1955/56, cattle in Israel amounted to 114 000 heads, of which 91 000 belonged to imported races and about 40 000 were milk cows. There were 49 000 beasts of draught (horses, mules, donkeys), 233 000 sheep, 108 000 goats, while poultry was estimated at 4–4,5 millions.

such as Yazur near Tel-Aviv, and in the villages of the miniorities, in which hogs are grown by Christian inhabitants.

There is no doubt that throughout rural Israel, cow manure constitutes by far the most prolific "generator" of houseflies. Since it is soon noted that many of the steps of handling manure and especially of the most important one, cow manure, in Israel, actually *favour* housefly breeding, it is essential to pass in review the procedures adopted for handling manure and especially cow manure in Israel. However, the absolute necessity leading to these methods cannot be understood at all without a short discussion of manure and its nature, of the changes taking place in decomposing manure, of the losses occurring especially in nitrogen compounds, and how they can be reduced, and of the advantages of rotted manure.

B. Manure and its nature[5]

1. Functions exerted by manure in the soil

Farm manures constitute the most valuable by-product on the farm and their application to the soil returns a large proportion of the plant food removed by crops and more especially the essential elements of fertility – nitrogen, phosphoric acid and potash and in addition calcium, magnesium, sulfur, iron, manganese and other elements. Manures furnish much humus-forming material and thereby also improve the tilth, or physical conditions of the soil, its water holding capacity, the permeability of the soil to water, its aeration and temperature relations (protection against extremes of soil temperature). Manure protects the soil against erosion, reduces water losses and keeps up the soil's fertility.

It is believed that the large number of microorganisms introduced into the soil by manure bring about desirable microbiological changes.

It has been demonstrated that the soluble humates in manure increase the solubility and mobility of mineral phosphates.

Manures consist of the solid and liquid excreta of farm animals mixed with the litter used in bedding the stock. The solid excreta (dung) is composed of the undigested portion of the food, while the liquid excreta (urine) contain products resulting from the digestion of the food; in fact, that portion of digested food that has done its work in the animal but is not retained in the production of flesh, milk, wool etc.

2. Properties and composition of different manures

In the following Table 2 (taken with some modifications from SHUTT and WRIGHT 1931) there are given in approximate terms the relative proportions of solid (dung) and liquid (urine) excreta and bedding found in fresh manures of the more common farm animals, in Canada.

It is interesting to note that water is one of the most variable constituents in manure. Poultry and sheep manure contain a much higher percentage of

[5] Most of the material of this section has been taken from the excellent monograph of SHUTT and WRIGHT (1931) and from MILLAR and TURK (1951).

fertilizing constituents than the other manures; yet these two types of manure contain much less water. Horse and sheep manure are considerably drier than cow and swine manure. This may partially explain why horse and sheep manure ferment and heat more quickly in storage than cow and swine manure.

On the avarage, farm animals return in the manure from the feed consumed 75–80 % of the nitrogen, 80 % of the phosphoric acid, 85–90 % of the potash and 40–50 % of the organic matter.

The composition of manure varies thus with the kind of animal producing it. Sheep and poultry manures are much richer in plant food constituents than are horse, cow and pig manures, due largely to the character of the ration used.

a. *Cow and horse manures* – the cow is by far the largest manure-producing animal on the farm and while its excreta are least rich in fertilizing elements, the large volume of cow manure places it as the most important manure produced in mixed and dairy farming. Horse manure is distinctly richer in nitrogen, phosphoric acid and potash than cow manure, but its open character makes it more liable to fermentation and unless carefully conserved it loses its valuable constituents quite rapidly. For this reason it is common usage in many countries to mix horse manure with cow manure in the pile.

b. *Poultry manure* – is undoubtedly the richest manure produced on the farm. In comon with all other manures it has not a fixed composition, but the fact that the liquid and solid excreta are voided together as a moist mass insures against the loss from drainage of urine, unavoidable to some degree with the larger domestic animals, and explains in part its high nitrogen content. Another reason for its richness in nitrogen and phosphoric acid may be found in the character of the feed used, which especially in laying stock contains a high percentage of nitrogen and phosphoric acid. Poultry manure, as collected beneath the roosts or batteries, is from two to three times richer in nitrogen and three to eight times richer in phophoric acid, than the ordinary farm manures.

Poultry manure ferments very quickly, losing, if let exposed, a large proportion of its nitrogen as ammonia. This fact emphasizes the desirability of systematically and frequently cleaning below batteries or roosts.

c. *Sheep manure* – a very rich manure, containing in its pure state about twice as much plant food as cow manure.

d. *Pig manure* – varies widely in composition and its value in plant food elements will depend largely on the character of the food consumed.

It should be mentioned that some important factors are essential in determining the quality and value of manure. The quality of the manure is *chiefly* dependent upon the food consumed. The richer the food in albuminoids or flesh formers, the richer will the manure be in nitrogen. The same holds true regarding phosphoric acid and potash. Again, the digestibility of the diet has much to do with the quality of both the solid and liquid excrement. A liberal diet of nourishing food not only gives the best results as regards the stock, but also produces the richest manure. Another important factor is age: young and growning animals absorb a much larger percentage of their food than do those that are mature or full grown, and consequently the manure of the for-

Table 2

Approximate average composition of manures from various farm animals

(after SHUTT and WRIGHT 1931, and MILLAR and TURK 1951)

Animal	Relative weight proportions of solid excrements, liquid excrements and bedding in the manure			kilograms of			Percentage of		
	Constituents	kg per metric ton	% Water	Nitrogen	Phosphoric acid	Potash	Nitrogen	Phosphoric acid	Potash
Cow	Solid excreta	630	86%	2,52	1,26	0,63	0,40%	0,20%	0,10%
	Liquid excreta (urine)	270		2,70	trace	3,64	1,00%	trace	1,35%
	Bedding material	100		0,50	0,15	0,60	0,50%	0,15%	0,60%
	Total mixture	1000		5,72	1,41	4,87	0,57%	0,14%	0,49%
Horse	Solid excreta	600	78%	3,30	1,80	2,40	0,55%	0,30%	0,40%
	Liquid excreta (urine)	150		2,02	trace	1,88	1,35%	trace	1,25%
	Bedding material	250		1,25	0,38	1,50	0,50%	0,15%	0,60%
	Total mixture	1000		6,57	2,18	5,78	0,66%	0,22%	0,58%
Poultry	Solid excreta	950	55%	9,50	7,60	3,80	1,00%	0,80%	0,40%
	Bedding material	50		0,25	0,08	0,30	0,50%	0,15%	0,60%
	Total mixture	1000		9,75	7,68	4,10	0,97%	0,77%	0,41%
Sheep	Solid excreta	603	68%	4,52	3,01	2,71	0,75%	0,50%	0,45%
	Liquid excreta (urine)	297		4,01	0,15	6,23	1,35%	0,05%	2,10%
	Bedding material	100		0,50	0,15	0,60	0,50%	0,15%	0,60%
	Total mixture	1000		9,03	3,31	9,54	0,90%	0,33%	0,95%
Pig	Solid excreta	495	87%	2,72	2,47	1,98	0,55%	0,50%	0,40%
	Liquid excreta (urine)	330		1,98	0,33	1,48	0,60%	0,10%	0,45%
	Bedding material	175		0,87	0,21	1,05	0,50%	0,15%	0,60%
	Total mixture	1000		5,57	3,01	4,53	0,56%	0,30%	0,45%

mer will not be as rich as that of the latter. Approximately 50 to 75 % of the nitrogen, phosphoric acid and potash of the food consumed by young stock will be found in the manure and not less than 90 to 95 % in that of full-grown and fattening stock. Another important factor is the function of the animal. Thus animals producing milk, wool, poultry laying stock etc. make a greater draft upon their food than fattening stock or those animals which are at rest or working. Mature animals at rest return practically all the fertilizing constituents of their food in their excrements, whereas cows in milk utilize about 25 % of the plant food elements in their diet. The manure of fattening steers will therefore be much richer than that of cows producing milk, provided the food, litter etc. be equal as to quantity and quality.

3. The plant food content of manure and how it is affected by the decomposition of manure

The solid excrement, on the average, contains one half or more of the nitrogen, about one third of the potassium and nearly all the phosphorus that is excreted by the animal. The nitrogen in the faeces exists largely in two forms: residual proteins that have resisted decomposition in the digestive processes and proteins that have been synthesized in the cells of bacteria (20 to 30 % of the dry weight of solid excrements consists of living and dead bacteria). However, a large part of the protein is found in form of a lignin-protein complex, i. e. a compound similar to the humus formed in soils. As much as 50 % of the organic matter in the solid excrement may be thus in the humified state.

The liquid fraction or urine contains, as said above, those plant nutrients which have been digested and utilized in the animal body and are later excreted. All the plant nutrients in this fraction are soluble and thus directly available to plants or readily become so. The liquid portion of manure differs from the solid one not only as regards the availability of nutrients but also in its low content of phosphorus and its high content of potassium and nitrogen. Indeed most of the potassium is found in the urine, while most of phosphorus is carried in the solid fraction.

The nitrogen in the urine voided exists largely as urea and hippuric acid. These compounds are not volatile at ordinary temperatures, but manure contains organisms capable of rapidly breaking them down with final formation of ammonium carbonate, which may lose all its ammonia on drying. The unstable nature of the nitrogen in urine presents thus a major problem in the handling of manure and explains the importance of keeping the pile wet.

Urine makes up only 20 % of the excrement of horses, about 30 % in cows and sheep and 40 % in hogs. Since thus urine makes up only 20 to 40 % of the total weight of manure from these animals, and yet contains approximately two thirds of the total potash and somewhat less than one half of the nitrogen, it is evident that weight for weight, the urine is more concentrated and hence more valuable as plant food than the solid portion. Thus, to conclude, we may say that on a percentage basis there is considerably more nitrogen in the urine from most animals than in the faeces, although more than half of the total quantity excreted is in the solid manure. The phosphorus, although present in relatively small quantities, is found largely in the solid.

Potash, however, occurs in larger quantity and in higher concentration in the liquid than in the solid.

4. Decomposition of manure

The solid fraction of fresh manure as it comes from the stable or barn consists thus of decayed or partially decayed plant material, bacterial cells and perhaps small quantities of broken-down animal tissue. Usually this is mixed with litter and the entire mass is moistened with urine; it offers an excellent opportunity for many microorganisms to function. The rate and nature of changes affected by these organisms are determined to a large extent by the *degree of aeration* in the manure heap. When manure is first produced, it is exposed to the air and rapid aerobic decomposition occurs with the liberation of considerable heat and CO_2, and numerous changes in the nitrogen constituents. As the manure becomes more compacted, and if it is pressed well and kept moist, oxygen is excluded and the decomposition becomes anaerobic. With the change from aerobic to anaerobic conditions, the rate of decomposition becomes slower, the temperature is lowered and the nature of the decomposition products is materially different.

a. Changes in nitrogen compounds

The urea of the urine fraction decomposes and forms with water $(NH_4)_2 \cdot CO_3$, which combines with carbonic acid to form the even more unstable ammonium bicarbonate. The losses of ammonia are greatest when these compounds dry out and thus keeping the pile wet is of greatest importance. Organic nitrogen compounds other than urea occur chiefly in the undigested food protein and synthesized microbial protein of the solid excrement. They are both more or less resistant to biological decomposition, although some changes occur under both aerobic and anaerobic conditions.

b. Changes in carbohydrates

The solid fraction of manure contains considerable quantities of cellulose, hemicellulose, lignin and possibly lignin-protein complexes that escaped digestion and therefore represent the more resistant fractions of biological decomposition. Litters such as straw and corn stalks, commonly used as bedding, contain relatively large amounts of celluloses and hemicelluloses and smaller amounts of sugars, starches and proteins, all of which are rather easily decomposable. The rate of decomposition and the nature of the products formed from carbohydrates depend mainly on the degree of aeration. Decomposition is most rapid under aerobic conditions; the principal change in the carbohydrates is induced by biological oxidation, the chief end products being carbon dioxide and water.

At first, when the more readily decomposable carbohydrates are being attacked, much energy is released in the form of heat, which may raise the temperature of the manure heap considerably. Since carbon dioxide is one of the chief carbohydrate-decomposition products, it is evident that as decomposition occurs there is a decrease in total dry matter. This decrease is rapid at first, but slows up as the supply of readily decomposable carbohydrate is exhausted.

Anaerobic decompostion of carbohydrates is much slower than aerobic decomposition and is accompanied by the formation of different kinds of intermediate and end products. It is an acid type fermentation with the formation of CO_2, methane and hydrogen as end products and of various organic acids such as acetic and butyric acids as intermediate products. These acids tend to combine with ammonia, lower the *p*H of the manure and thus reduce ammonia losses. Anaerobic decomposition is accompanied by only slight increases in temperature and small losses of dry matter.

c. Changes in mineral constituents

Phosphorus is excreted largely in the faeces and it exists in both organic and inorganic combinations. During biological decomposition of manure, organic phosphorus compounds are broken down with the formation of inorganic phosphates, which are usually considered more available. Decomposition thus affects the phosphorus compounds in manure mainly in a favorable way and there is rarely, if ever, any danger of loss as the result of the decomposition processes. Potassium (which is in large part voided in the urine) as well as calcium and magnesium compounds undergo no loss as the result of decomposition changes. Moreover insoluble potassium, calcium and magnesium compounds, although occurring only in relatively small quantities in manure, are changed during decomposition into more readily available forms.

5. Why manure is rotted – Relative value of fresh and rotted manure

In the process of rotting manure, fermentaiton decomposes the litter, the fertilizing constituents of which are rendered more or less available to plant growth, converts its nitrogenous matter and that of the solid excreta into substances that form humus in the soil more readily, increases to some degree the availability of the phosphoric acid and in all probability destroys the greater number of the weeds that may be present. Though there is, even under good rotting conditions, a certain loss of fertilizing constituents, rotted manure is more valuable than fresh manure, since the plant food is much more concentrated and in a more available form in rotted manure. Some idea of this concentration in rotted manure is given by the analyses carried out by Shutt and Wright (1931) – cf. Table 3.

Table 3

Composition of fresh and six months rotted manure

(equal parts of horse and cow manure)

Manure	Percentage of		
	Nitrogen	Phosphoric acid	Potash
Fresh	0,60	0,31	0,78
Rotted six month, protected	1,69	1,08	2,60
Rotted six month, exposed	0,80	0,53	1,07

When manure is rotted in a large pile, the importance of keeping the mass compact cannot be overemphasized. Compactness and right degree of moisture are essential to reducing the losses to a minimum and making of a

manure of high value. Rotted manure is excellently suited to light and sandy soils (this type of soil being very diffuse in Israel especially in the coastal area), since it tends to make them more compact and retentive of moisture.

6. Sources of losses of plant nutrients from manure

The primary objective in the care and handling of farm manure is to prevent loss of plant nutrients as much as possible and also Israeli methods of handling manure are obviously dictated and guided by this necessity. Let us consider what are these losses and how they can be prevented.

a. Losses of urine and liquid manure

Too great emphasis cannot be laid upon the necessity of caring for manures from the time they are voided until they are spread on the land; even with best care some loss is unavoidable, particularly in the liquid portion. Losses may result from improper facilities for preventing the urine from excessive fermentation and leaching. Loss of urine from manure greatly reduces the fertilizing properties of manure, since urine, as elaborated above, contains a great portion of the plant nutrients of manure, which moreover are in the most readily available form. Loss of urine occurs mostly from failure to use ample bedding, leakages through stable floors or from gutters, seepage into earth floors in deep-bedding barns (due to lack of bedding) or drainage from manure heaps. Losses through leaching occur when the manure heap is exposed to the action of heavy rains. When the drainings of a manure pile exposed to rain are allowed to run off and escape, there is a great loss in the available and hence more valuable elementes of plant food. Such "washed" manure is worth but a fraction of its original value. This depreciation due to fermentation and leaching, before the manure is carted to the field, may and frequently does exceed 50% of its value as it came from the stable and cow barn.

Leaching losses due to rain are especially severe in small, loose piles. This is an important point in favour of construction of big piles. Leaching losses are not confined to solely the urine fraction but also to the nitrogen, phosphorus and potassium compounds of the solid portion. The dark (black) colour of leachings from manure piles testifies also as to their rich content in organic material.

To illustrate the losses which may result through leaching, the results of analyses of samples of this dark, almost black liquid, draining continuously from manure piles in four barnyards (Canada), are given by Shutt and Wright (1931) – cf. Table 4.

Table 4

Composition of manure leachings

Fertilizing constituents	Barnyard No. 1	2	3	4
	Percentage			
Nitrogen	0,0511	0,114	0,160	0,003
Phosphoric acid	0,0104	0,0038	0,010	0,003
Potash	0,2660	0,198	0,490	0,189

b. Losses by volatilization

Losses incurred by volatilization occur mainly in nitrogen and organic matter. As mentioned before, large quantities of ammonia are produced in manure from urea and other nitrogenous material and in the earlier stages of manure decomposition the ammonia is combined largely with carbonic acid in the form of ammonium carbonate and bicarbonate. These ammonium compounds are rather unstable and gaseous ammonia may be readily liberated. The tendency to lose ammonia is positively correlated to concentration of ammonium carbonate and to increase in temperature. At ordinary temperatures little or no loss of ammonia from manure occurs at *p*H 7,0 or below. High temperatures, produced by aerobic decomposition in a loose manure pile, are conducive to very rapid loss of ammonia. It should be mentioned that freezing also tends to increase the loss of ammonia by increasing the concentration of the solution through the crystallization of the water. However, such losses through freezing are probably rather uncommon in Israel.

It is well understandable that also air movement greatly affects the loss of ammonia. Wind movements hasten evaporation of water, by which in turn the capacity of the water to hold ammonia decreases. Thus manure which is permitted to dry out may lose appreciable quantities of ammonia. This fact emphasizes the importance of ammonia loss due to air circulation in loosely piled manure heaps and in overfermented manure that is forked frequently.

Little or no loss of phosphoric acid or potash from manure occurs through volatilization.

7. Prevention (at least in part) of losses from manure

a. Means to prevent loss of urine, general

To save urine at the outset, the floor and gutter of the stable should be tight enough to prevent seepage. Concrete floors and gutters will be found most satisfactory for this purpose. Sufficient litter should be spread in the stall and in the gutter behind the stock to completely absorb all the liquid excrement. The importance of saving the urine of the stock is readily appreciated on consideration (see above), that more than one-half the nitrogen and at least three-fourth of the potash of manure is contained in the liquid portion, the fertilizing constituents of which, being immediately available, represent the most valuable portion of the manure. The most important means to prevent losses in urine, is liberal use of litter:

b. Litter, its functions and properties

Bedding or litter is used primarily to furnish clean and comfortable places for the animals to lie down. In relation to the value of manure, bedding is used principally for the following purposes: 1. to prevent loss of urine by drainage; 2. to make manure easier to handle; 3. to absorb and hold plant nutrients and 4. to increase organic matter and plant nutrient content.

The principal value of litter as a preserving agent lies in its ability to absorb the urine, which in general carries more than one half the fertilizing value of manure. The efficiency of various litters can be stated in terms of

the amount of liquid which a given weight of material will absorb. Ordinary straw can take up two to three times its weight of water; cut straw will take up about five times its weight of water.

The ability of certain litters to adsorb or fix both ammonia and potash protects these plant foods against loss by leaching and moreover the ammonia so fixed is less easily volatilized.

The quantity and quality of the litter necessarily affects the composition of the resultant manure. Litter thus also contributes fertilizing constituents, but usually in somewhat lower amounts and the nutrients frequently are of low availability. In the following Table 5 are given the approximate percentages of fertilizing constituents of the two materials most commonly used for bedding:

Table 5

Fertilizing constituents of litter

	% Nitrogen	% Phosphoric acid	% Potassium
Straw	0,5	0,2	1,0
Sawdust and shavings	0,4	0,3	0,7

Straw is, however, the bedding material almost universally used on farms. Litter may also affect the process of biological decomposition of manures. The tendency of manure to heat, which increases ammonia loss by volatilization and the change of inorganic to organic nitrogen, are determined to a large extent by the readily decomposable material contained in the litter. Excesses of highly carbonaceous litters must be avoided to prevent a decreased availability of nitrogen.

The minimum desirable amount of bedding to use is that quantity required to absorb all the liquid. This quantity depends mostly on the kind of litter used and the animal to be bedded. In general, straw, equal to 25 % the weight of excrement will be sufficient to absorb the free liquid.

c. Storage of manure

From the time of voiding, decomposition of manure may take place quite rapidly, the rate of fermentation depending largely on the methods of handling, storing etc. If left in a loose heap through which the air can permeate, fermentation takes place rapidly and serious losses of nitrogen by escape of ammonia occur. To prevent excessive losses through fermentation, the manure heap should be kept *compact and reasonably moist.* This may be accomplished either by daily removal of the manure to the pile, which is kept in the desired state, namely thoroughly compact, sufficiently moist, but not too wet. A highly convenient alternative is to allow the manure to accumulate in the cow shed and let the animals tramp over it, the wetting being done by urination of the animals. Permitting the accumulation of manure under the feet of animals in stalls or in covered lots or pens is an efficient and practical way of storage. If plenty of bedding is used, the liquid manure is absorbed, the tramping of the animals compacts the manure and fermentation losses are kept at a minimum. This type of storage also permits considerable flexibility in time of hauling. Some losses occur of liquid manure leaching into

the earthern floor of the barn. This type of manure handling ("deep bedding" barn) is quite often encountered in Israel.

According to Millar and Turk (1951), probably the most practical way of storing manure in order to prevent losses after its removal from the barn would be storage in a closed shed. This is not practicable in Israel, especially in the communal settlements *(Kibbuzim)*, due to great quantities of manure produced, and thus outdoor open storage or the deep bedding cow shed is resorted to.

It is essential that the manure be placed in compact piles with straight sides and flat top and in such a position that it will receive neither roof nor surface water.

C. Procedures pertaining to manure, especially cow manure and construction of manure piles in Israel

1. Introductory remarks, cow manure

The procedures adopted for handling manure, especially cow manure, in Israel are practized on grand, centralized scale in the collective community settlements *(Kibbuz)* and mixed cooperative villages *(Moshav Shitufi)*, and on individual basis by the farmer in the cooperative villages *(Moshav Ovdim)*, and Jewish villages of traditional type.

As to the Arab farmer in Israel, it is quite noticeable that in the past 10 years also he has been passing to modern and more rational methods of intensive agriculture, making full use of tractors and other mechanized agricultural equipment. However, as regards handling of manure, the Arab farmer has completely different methods: he is either piling it up in small heaps at the outskirts of the village or near the field, or drying it on the roof of his habitation, or elsewhere [cf. fuel cakes in Mer (1954)], to serve as fuel. These methods will be described in detail in Part D, Section 4 k.

We shall see in the following, how the characteristic procedures of dealing with manure in Israel influence, in the positive and negative sense, housefly breeding in the rural areas of the country.

Manure has a great importance in Israeli agriculture due to the poverty of most soils in organic matter which leads the Israeli farmer to every conceivable effort to increase manure production. The farmer wants, by all means, to have much manure and good manure and does not hesitate also to take the flies into the bargain. The following details have been ascertained in great part from personal discussions conducted with farmers during our survey throughout the rural areas of the country. In particular, many interesting facts were reported to us by the "manurists", the specialized workers in the collective communal settlements *(Kibbuz)*, whose task is to deal with the manure; some of these have made a veritable science of their daily work. Many details have been supplemented by making full and liberal use of the excellent brochure (in Hebrew) on the specific problems of organic manure and its proceeding in Israel, by Arditti (1956).

2. The excrements of the cow

The total annual quantity of faeces excreted by an adult cow (weighing about 500 kg) is about 12 metric tons[6] of which about 5,5 m^3 of droppings can be collected in the barn-yard during the summer months under the condition, though, that they will be collected once a week and not left for longer time to the influence of sun and winds. During its 8–10 hours stay per day in the barn, the cow moreover excretes 5–6 litres of urine. Urine, as elaborated above, is very rich in nitrogen, and potassium and other minerals. Since urine tends to lose its nitrogen rather rapidly, it is worthwhile to keep it[7] in closed ichor pits, in which it should be covered by a 3 mm layer of spent oil.

3. Arrangements of barns and manure management

These are two types of barn constructions in common usage in Israel. While in the more common type (I), floors are of concrete with gutters (channels) for the urine, and the manure is carted out every day onto the manure pile, in the second mode (II) cows are kept in huge, open, only roof covered sheds, with a deep layer of bedding straightaway on the ground (Fig. 1). Here the manure is removed only every few months.

Fig. 1. Deep bedding cow shed

These two systems of manure management have been outlined in Part B, Section 7 c.

4. Bedding

As we mentioned above, by procuring adequate bedding in the barn, the animal is assured a dry resting place and there is offered a substrate for the absorption of urine and liquids from the droppings. Bedding materials improve the quality and enhance the quantity of the manure.

The quantity of bedding in the concrete floor barns (I) should be, under the climatic conditions of Israel, about 200 g in the summer and 400 g in winter per hour of stay of an adult cow in the barn. The keeping in the deep

[6] If the cow is part of its time on pasture, naturally not all the droppings reach the manure pile.

[7] Urine is used extensively in Israel to fertilize pasture meadows (after grazing or cutting), and fruit and garden trees.

bedding layer sheds (II) necessitates at least 600 g of bedding per hour per cow. It is evident that the different made-up of manure in winter and summer, resulting from the different amount of litter, will be accompanied by changes in properties.

Straw is the best bedding material and manure which contains straw from bedding rots very well. Other bedding materials in use in Israel are cotton hulls, sunflower seed shells, wood shavings and sawdust, which can be added in a percentage of not above 50 % to straw. Except sunflower seed shells, which have a low absorptive capacity for liquids, all these materials absorb well (especially straw) and should be transferred to the pile when saturated with urine and liquids from droppings. They all rot well on the pile, except sunflower shell seeds, which rot with difficulty during a process taking a very long time.

5. Construction of the pile

It is evident that the area to be prepared for the pile will differ substantially in the cooperative village, where each smallholder prepares his own pile, sufficient to collect the manure of 5–6 cows, in extreme cases of up to 15 cows – or in the collective settlements in which the barns may house 100 cows or more (Fig. 2). The area of pile calculated per cow (≃ per 2 big calves ≃ 8 small calves ≃ 10 sheep) should be 2–4 sq. m. The pile should have a floor with an inclination of 5 %. Urine and ichor should leave the manure pile through a drainage ditch (tail race) and should collect in the ichor pit. (See also footnote to part C, Section 2.) This, unfortunately, is very often neglected. The volume of the ichor pit should be at least $^1/_4$ m^3 per cow. In absence of an ichor pit it is essential to add daily dry materials (herbs, wood shavings) to dry the surplus of liquids emanating from the pile. The height of the pile reached is generally $2^1/_2$ m (cf. Fig. 2) and the manure is first concentrated in a limited area, after which further manure is deposited in a adjacent area, without free space between the first and second deposit.

Fig. 2. Manure piles in a Kibbuz (left, in front. Note also cow shed in the centre of the picture)

If materials of different composition are brought to the pile, the wet material is arranged on the outskirts of the layer.

In the Negev, with its specific climate (heat, strong winds and very little rain) a form which is often used is a manure pit of depth of $^1/_2$–$1^1/_2$ m, to prevent drying out.

6. Pressing of the layers of the pile

Each new layer of manure as it is deposited on the pile is pressed down with the feet or an adequate instrument. The purpose of pressing is to reduce the amount of air in the manure as well as to limit access of air from outside, in order to lessen rate of fermentation (see Chapter B), since too strong fermentation brings about excessive losses in nitrogen and organic matter. Pressing is repeated several times, even when the pile has reached the desired final height, in order to prevent formation of crevices, which are detrimental to the orderly fermentation of the pile. Pressing should also be done very carefully at the joints between the different deposits; it is especially important when the layer contains much gross litter such as uncut straw or dry herbs.

7. Absorption of liquids

Though canalization and collection of the liquids (ichor) seeping from the pile are desirable, the farmer will do his utmost to limit run-off to a minimum. For this purpose, on starting the pile, he first puts on the ground dry litter up to a height of 30–45 cm. If the pile will be higher than 2 m, he lays a basic bedding layer of 60–70 cm.

8. Wetting of the pile

Maintenance of wetness is one of the important principles in treatment of manure under the climatic conditions of Israel. "The farmer presses a fistful of manure and if no drops come out between the fingers, the daily layer is too dry" (Arditti 1956). The experienced farmer is capable of estimating the amount of humidity during the act of stepping on the manure and pressing it. If the daily layer is too dry, it is wetted with a sprinkler. As it will be seen further on, this continual artificial wetting is very conducive to prolonging the larval breeding potential of manure.

Wetting and pressing are combined operations: it is impossible to press well manure containing much straw from corn or maize in the absence of adequate humidity; on the other hand the wetting will not give the desired results, if the layer will not be pressed to some extent. Especially if the manure contains much bedding straw, the temperature rises quite considerably and the evoporation from the pile is intensified. This is recognizable especially during winter in the morning hours, when a thick white-greyish layer (which consists of moulds and actinomycetes unable to grow at the higher temperatures reached by the interior of the pile) appears on the outer zone of the pile. This is a sure sign for lack of humidity in all the layers. In such a case it is necessary to sprinkle the pile in an efficient way and to press the layers. Cow barn manure, which is found to be wet enough when it is stacked, is not in need of immediate wetting, especially during winter months. For assaying the moisture in profound layers one uses a metal rod of 1"–1½" diameter and length of 2 m, with a pointed end. It is a quite difficult undertaking to keep wet the side walls of the manure pile, which are subject to the dryingout influence of the winds. For this purpose serves a 1" metal pipe, with 2–3 parallel rows of holes, the longitudinal distance between the holes

being 10 cm. The pipe is connected with a rubber hose to the faucet, is laid on the edges of the pile and thus the side walls of the piles are drenched.

If the manure brought to the pile is of excessive moisture (especially if the litter is *not* straw and during winter) it has to be spread in layers of 20–25 cm thickness. Such manure is not pressed, unless dry bedding material is added to it. But even throughout the Israeli winter (rain period), if the manure taken out of the cow barns or the substances which are added to the manure pile are dry, one cannot rely on the rain to substitute sprinkling, since only a strong rain, i. e. of more than 30–40 mm, will render artificial wetting superfluous.

Surplus of liquids flowing off the pile are no proof that all the pile is sufficiently wet and, on the contrary, absence of liquids flowing off the pile does not indicate a deficit in humidity. During wetting, water always runs off through "tunnels" formed by clumps of droppings or pressed straw. It is also possible to wet the manure pile with the liquids which have collected in the ichor pit and which can be pumped up and sprinkled on the pile with a sprinkler. In the same way urine may be added to the pile on condition that dry plant matter is placed on the pile.

9. Addition of other organic materials to the pile

It is utmost desirable, that straw and plant residues (sorghum, carob) should be brought to the pile from the cow barns or cow sheds to cover the daily layer of manure, but sometimes this is impossible due to technical reasons. It is important to cover the daily fresh layer of manure with either straw, wood shavings, cotton hulls, shells of sunflower seeds or herbs, refuse and rests of green fodder, spilled hay, carob (St. Johns' bread) wastes, stems of potatoes, or fruit and vegetable wastes etc.

The covering layer should be of the following depth:

Layer of straw or herbs or potato stems	20 cm
Layer of earth nuts	30 cm
Layer of cut straw	8 cm
Layer of crumbled peat	5–6 cm
Layer of wood shavings, saw dust, shells of sunflower seeds, cotton hulls	2–3 cm

If clear chicken excrements from battery systems (Fig. 3) are brought to the pile it is necessary to lay out first a great quantity of straw or herbs (about 1 ton for $1^1/_2\,m^3$ of chicken manure). But if the chicken excrements come from a chicken house with "deep bedding" – not battery systems – much of the humidity has already drawn off and the quantity of straw or herbs can thus be reduced to $^1/_2$ ton per 1 m^3 of chicken manure.

10. Addition of soil to manure piles

In several *Kibbuzim* (e. g. Sdot-Yam near Haifa) the great value of the addition of soil (earth) to the manure pile has been appreciated. Following this method, it is advisable to add a soil layer of 1–2 cm after every daily layer of manure. The soil layer is said to enhance the action of microorganisms in the manure and therefore increases the quantity of stable organic material.

Also the addition of crude rock phosphate (ground fine), which is found in Israel in great quantities, is of advantage; 10 kg of phosphate per 1 m^3 of freshly pressed manure will considerably reduce losses in nitrogen and organic matter during fermentation.

Fig. 3. Battery system chicken coop (note layer of chicken droppings on the ground under the batteries)

11. Addition of kitchen refuse to the pile

It is possible, according to Arditti (1956) to add to the manure pile also the kitchen refuse in a layer 5–10 cm deep, after removal of inorganic matter (such as tins, glass splinters etc.). When this procedure is followed, it leads often to very heavy housefly infestations, as will be elaborated later on.

12. Protection of the pile from climatic damage

All possible endeavours should thus be done to cover the upper daily layer with soil, peat, straw or herbs. When the manure pile has been completed, it has by all means to be covered with a very thick layer of straw or of soil (4–5 cm) or 2–3 cm of sunflower seed shells or wood shavings. Wind has a very bad and deteriorating influence on the manure pile, since it accelerates evaporation of gases, such as CO_2 and NH_3. Moreover, within 2 days a strong wind is able to dry out a layer of $^1/_2$ m depth and thus the manure is impoverished in its content and loses quantity. Protection from wind will be done in the following ways: placing the manure pile near a row of trees (at a distance of 4–5 metres, so that the liquids from the pile will not flow to the trees), or placing the pile in such a way that it is protected by buildings, by hanging old bags over the side walls of the pile, by piling up straw bundles near the pile, by painting the side walls of the pile with a suspension of clay earth, or finally by use of transferable wood walls or by constructing walls in anticipation at the site of a future pile.

Also violent torrential rains may very often have a detrimental action on the manure pile, and it is advisable in especially rainy areas (such as great parts of the Haifa and Northern districts, which have 600–800 mm precipitation per year and at some places up to 1000 mm) to build the upper layer of the finished pile with a slope to the sides.

13. Special procedure regarding cow manure in deep-bedding type sheds

Whereas in the common, concrete-floor closed barns (I), the manure is carted out every day, in deep bedding sheds (II), the manure is left to accumulate

for a much longer time (see above) and is then removed, as also done in calf sheds (Fig. 4) and sheep pens. This type of cow shed thus relieves the farmer of much of his daily work in the barn, but on the other hand necessiates a concentrated effort for removal of the large quantities of manure accumulating.

Cow manure from deep bedding cow sheds is, however, not rotted enough and contains an upper layer (20–30 cm) of fresh manure. When removed from the sheds it is arranged therefore in a pile near the shed, or near the field on which manure has to be spread. The pile should be covered with soil until its use. The deep bedding shed has no outlet for liquids and it is necessary therefore to use more bedding material (600 g bedding per hour of stay of cow in the shed, see above) than in the conventional barn.

Fig. 4. Calf pen at Yagur

Adequate bedding in cow sheds is important especially on rainy days. It is also worthwhile to spread crude phosphate before a new layer of bedding is laid; the quantity of phosphate should be 22 g per hour of stay of one cow and additional 40 kg for each ton of dry litter. Also very much in use is the addition of soil. On the other hand it has to be remembered, however, that thick layers of soil in the deep bedding cow shed and in particular in the corners and near the walls are liable to dry out, especially during the summer. According to Arditti (1956) it is then desirable to spray a thin jet of water, (without causing an overflow), on the dried-out layers, but after the wetting of the soil new litter should be spread so that the animals should tread on a dry layer. This procedure, of course, favours fly breeding.

14. Steps of fermentation of manure in piles, and quantities of manure obtainable

According to Arditti (1956) the following steps of fermentation of manure have to be distinguished:

a. The manure keeps its form and color; the liquids coming out of it are bright yellow.

b. The manure is half rotted and the bedding materials have lost their stability, but still keep their form. The color of the straw has turned to dark brown.

c. The manure is completely rotted and it is impossible to distinguish between its components, droppings or litter, all of which have turned into dark brown or black uniform humus material. When the manure has reached this stage, it has lost 30% of its quantity by loss of carbon and hydrogen in

form of gaseous compounds. The loss of original dry matter of manure may amount to 50%. This explains the shrinkage in bulk of manure during decomposition.

The losses in nitrogen of fresh manure spread in the field are very high and under the influence of the winds may amount to up to 40% in two days. The more the manure is rotted, the smaller are these losses.

The black colloidal organic sustances in soil, commonly referred to as humus, are probably compounds essentially of lignin and protein, the latter being synthesized chiefly by microbial action. As has been mentioned before, one half of the organic matter of faeces may exist in a form similar to soil humus. Since considerable quantities of lignin are contained in both faeces and bedding and since microbial protein may be synthesized in the rotting process, *an increase in humus content can be expected in manure during rotting.*

The time necessary for maturation of manure under Israeli conditions is three to four months, if straw only is used as litter. If other bedding materials are employed, the manure is ready for use only after 5 months. Some analyses of manure obtained with Israeli procedures and under Israeli conditions are given in Table 6.

Table 6

Composition of 1 m³ of manures excreted by different farms animals with the procedures and under the climatic conditions of Israel

(after ARDITTI 1956)

Type of manure	Approximate weight of 1 m³ manure in kg	Water, kg	Ash and soil, kg	Organic matter, kg	Nitrogen, kg	Phosphoric acid, kg	Potash, kg
Cow barn manure, rotted	750	520–560	60	130–170	4,5	3	5,5
Dry cattle droppings	330	26	102	192	4	5,2	6,2
Dry sheep droppings	330	32	112	176	4,8	3,8	1,9
Poultry manure, clear, which had dried quickly	210	15	52	125	9–10	10	3,0
Poultry manure, clear, which was wet for some months	530	300	63	148	6,8	8,05	3,6

It was said above that an adult cow excrets 10–12 tons of fresh droppings per year. But the quantity of well rotted manure which the farmer can obtain, depends on additional factors, such as amount of litter and the treatment of the manure pile, the time the cow stays in the barn and in the barnyard respectively and how the manure is collected. As an example, 12 m³ of rotted manure may be obtained as follows:

6 m³, fresh excrements from barn, rotting in the pile
3 m³, from 900 kg of straw
3 m³, manure from barnyard

Total 12 m³

However, the quantity of straw can be much increased, so that it is possible to obtain up to 2–3 times more manure from the same quantity of excrements.

15. Other frequently occurring animal manures and their handling in Israel

a. Chicken manure

Poultry farming is of great importance in ruval Israel and the economy of some of the cooperative villages is based in great part on egg and poultry production.

As already mentioned, chicken are kept in Israel in coops of the battery type (Fig. 3), to lesser degree in "deep bedding" chicken houses or are left – mainly in the Arab villages – to run free.

Chicken manure is very rich in nitrogen and phosphorus. Careless treatment and storage of chicken manure bring about serious losses in quantity and quality (especially in nitrogen). ARDITTI (1956) lists the following procedures in order to prevent these losses:

a. Good ventilation of the chicken coops, especially during winter, to induce drying of the chicken manure.

b. Preventing wetting of the chicken manure through penetration of water (rain, sprinkler or flowing water) into chicken coops or through faulty water installations and defective faucets.

c. Spreading in the chicken coops of ground limestone, crude phosphate rock or ground peat at a rate of 2–4 kg per 100 chicken once every 3–4 days.

d. Chicken manure taken from the coops (if not given straightaway to the ground or if not added to the general manure pile) has to be kept in winter under roof or must be protected against wetting by a layer of soil and straw. If the chicken manure is taken out from the coops, while still wet, it has to be dried by sun and wind; if there is no possibility to dry it, it has to be added admixed with straw to the manure or the compost pile.

Among other uses, chicken manure is used extensively in Israel as fertilizer of fish ponds.

b. Sheep droppings

Sheep droppings collected from the pens in the winter are mixed with litter and rests of feed and therefore have to be treated as wet cow manure. The quantity obtainable from 1 lamb is about 1 m^3 yearly.

c. Droppings of working beasts (horses, mules)

This is richer in its plant food content than sheep manure. In the rural settlements it is generally admixed with litter. Since these droppings are dry, hollow and aerated, they get hot and ferment rapidly and should therefore be added to the general manure pile.

D. The Housefly Survey

1. The breeding sites

From the very beginning of the survey we remained impressed by the great number of houseflies encountered in rural areas. In Israel about 26 generations of houseflies per year must be reckoned with. Indeed, in the hottest months of the year the development cycle lasts about 8 days (Mer cited by Speich 1956). This will give an idea of the population pressure of the housefly in Israel, which will be much stronger than that in countries of more moderate climate. The Israeli farmer very often has accustomed himself to the housefly nuisance and takes it as one of nature's unevitable scourges.

It was mentioned in Part A, Section 4 that we found the following housefly breeding sites in rural Israel:

a. Cow manure
b. Chicken manure
c. Manure of other farm animals such as swine, horse, sheep, goats
d. Garbage, refuse, remnants of food, heaps of putrefying fruit or vegetables
e. Earth impregnated with organic matter, such as urine, slop, dishwater etc.
f. Human faeces

Let us discuss briefly the breeding capacities of each these media.

a. Cow manure

The cow is the largest manure producing animal in rural Israel and moreover cows produce more manure per capita than any other farm animal. Cattle manure piles are by far the biggest mass of manure available for housefly breeding. It is therefore, that cow manure is the most important breeding site in rural Israel and produces houseflies copiously from the beginning of spring until the end of autumn. During winter there occurs a collapse of the larval populations in the piles. This is due partially to the cold and partially to drenching of the manure piles by exceptionally violent rains.

We found all over rural Israel, that "unmolested" cow manure in piles supported larval breeding only as long as fermentation was going on (from one to two weeks). Cold, burnt out cow manure, the fermentation of which is completed, is not a suitable breeding medium for houseflies in nature, a fact already known to early workers (Eltringham 1916, Mellor 1919). Also cow manure left to dry out in barnyards generally breeds very little. But this natural regulation is upset, since in rural Israel it is common usage in nearly in all the *Kibbuzim* to wet the manure piles for a long period with sprinklers (in order to retard fermentation and prevent losses in nitrogen, see above, Part B, Section 7c and Part C, Section 8). The huge accumulations of older cow manure in these localities are thus supporting an active housefly breeding for a much longer time. It is also interesting to note that while in small heaps not artificially wetted, in cooperative and other villages, breeding goes on only in the fresh portion of manure during summer, with the onset of the first rains, the whole heap is wetted anew and breeds again.

It has been conjectured that oviposition on cow manure occurs mainly while the manure is still in the barn, but there is no doubt that heavy ovi-

position occurs also outside on the pile, and even on very old "burnt out" piles if only wetted by ichor (liquid manure, see for example Yagur, *d–2* below). It is noted only too often that liquids trickling down the pile completely soak anew parts, that had dried out previously.

b. Poultry manure

Poultry manure is not only a very rich manure but is also an excellent breeding medium for the housefly. In some cooperative villages, the economy of which is based mainly on chicken farming, such as Bet-Oved or Kfar-Azar, one encounters during certain times of the year incredible concentrations of adult houseflies ("black clouds"). Chicken manure breeds also during winter (especially strong concentrations of larvae in manure of young chicks) but the maximum level of larval concentration is reached in spring (April, May).

When the summer comes there occurs a rapid drying out of chicken manure piled outside of the coops, as well as of the chicken manure accumulating under the cages in the battery system of coops. Thus the importance of chicken manure as breeding source is strongly reduced. With the first rains at the end of autumn (in the middle of November in the year of observation 1955/56) the dry chicken manure piles are wetted afresh and then serve as an excellent breeding medium (see e. g. our observations at Mikveh Israel, *g–2* and Kfar Azar, *f–1*).

c. Manure of other farm animals

Swine manure is an excellent breeding source, and is also an outstanding attractant for females of *M. vicina*. (cf. Ascher, with the technical assistance of Ben-Shmuel, 1958); in Israel this was noted in Yazur, *(g–1)* as already mentioned in Part A, Section 4, and in the villages of the minorities inhabited by Christians (see e. g. 'Usphija, *k—9*, Rama, *k—11*, 'Ilbon, *k—12* and Kafar Kana, *k–13*).

Little sanitary supervision in swine manure is adopted and the swine breeders flush or throw it out of the hog pens to the nearest and most convenient site for them (see e. g. Yazur, *g–1*). It is thus a good thing that swine breeding, mainly due to religious reasons (Part A, Section 4), is not very common in Israel.

Horse, mule, sheep and camel manures do not constitute, in contrast with findings in other countries, important breeding sites in Israel (cf. Mikveh-Israel, *g–2* and the interesting phenomenon of housefly larvae choosing cow manure in mixed cow and horse manure in Tur'an village, *k–14*). All these manures and especially horse manure, dry out too quickly under Israeli climatic conditions, to serve as efficient larval breeding sources.

d. Human faeces

We did not investigate the importance of human excreta as housefly breeding source. We saw intensive breeding of horsefly larvae in human faeces at Abu-Gosh *(k–4)*, but no serious search was made for breeding in human faeces and especially in cesspits of field privies.

e. Refuse, garbage, remnants of food, dumps of rotting fruit and vegetables

These important breeding sites all over the country have a breeding capacity which may remain undiminished for many months. Especially rotting vege-

tables (e. g. rotting potatoes) which do not dry out are excellent breeding sites for a very long time. Since in many settlements it is common practice to dump kitchen refuse and remnants and rotting vegetables on the cow manure pile (without straw coverage), there are formed combined, long-lived, first class breeding sites, and the cow manure's breeding capacity is enhanced immensily. The garbage on the manure pile consisting e. g. of rotting kitchen refuse, vegetables, fish, meat, heads of chicken (moving as if by magic hand) support a very heavy larval population. It seems as if influx of larvae is taking place from the manure to the garbage.

Neglected garbage dumps without efficient control form ideal breeding sites for the housefly since larvae develop in those food and other residues that do not dry out quickly and pupate in pieces of paper, dry rags, animal hairs, feathers, dry fruit and vegetable peelings, egg shells, shells of sunflower seeds, discarded wool from sheep shearings etc. (see e. g. *f–6)*, to mention only a few materials in which we noted an exceptionally high number of pupae. The garbage and food residues which finally dry out, acquire renewed breeding power with the onset of the first rains.

A number of isolated places in the Negev (extreme Southern part of the country), which are quite distant from other settlements and having housefly problems due mainly to breeding in garbage and refuse dumps (e. g. Eilat, *i–4*, Sdeh-Boker, *i–1* which due to their torrid climate suffered from terrific housefly infestations in the summers of 1955/56 covered by this study), could most probably have solved this problem by regular burning (incinerating) their garbage or adopting sanitary fills, where the garbage is covered every day with earth.

f. Different breeding sources (such as earth impregnated with organic matter) These will be mentioned in the following report as they were encountered.

2. Israeli agriculture and houseflies

The large strides of expansion of the Israeli agriculture accompanied by always huger amounts of manure produced, and the high medium temperature of great part of the country would have already been sufficient to intensify the seriousness of the housefly problem, even if all known classical sanitary measures would have been taken to reduce breeding in manure piles. But it was noted in 1955/56 that in many agricultural settlements and villages in Israel there lacked the comprehension of the function of manure as potential housefly breeding site. Indeed the severe housefly infestation contrasts sharply with the high living and hygienic standard of the farmers. Moreover, in some localities, (*Kibbuzim* and long established villages) one could see badly neglected piles, and the ichor from the cow barns (urine etc.) flowing out freely onto the manure piles and forming puddles or "lakes" around them. In the chicken coops, there was often a "chronic" leaking of the drinking faucets serving the poultry and thus the chicken manure never dried out and was kept wet and its breeding capacity prolonged indefinitely. In many villages the garbage, food remnants, rotting fruit and vegetables were discarded on the cow manure piles, without coverage with straw, or were dumped just anywhere, without being disposed of by burying in sanitary fills or by spreading in thin layers (so that they could dry out and could be burnt), or by being utilized in compost piles.

Generally the Israeli farmer asks for some insecticide, which "will do something against the flies", but one has to consider, that even without taking into account resistance (cf. Part I of this series) that due to the climatic conditions of the country and the immense quantities of manure (often produced under conditions actively favouring housefly breeding), the number of flies entering into the often open cow sheds, the barns and buildings will be too great to be controlled effectively even by the best residual insecticide, unless the old sanitary methods are resorted to, too.

During the visits, most of our attention was dedicated to breeding in cow manure. In searching for larval infestations on piles or heaps not wetted artificially, it was of great help to note, that adult flies sat only on fresh manure supporting an active larval breeding and this helped to locate immediately the active breeding sites.

As fly index, we counted, or estimated in greater infestations, the number of flies per cow. The number of flies most commonly found during the summer of 1955, namely about 100 flies per cow, is considered a quite heavy infestation in Central Europe (e. g. Switzerland). Much higher concentrations were found on young calves, to which houseflies are especially attracted (probably due to the milk which they are fed). Among cows and calves, darker animals were always showing more flies resting on them. On pied animals the flies concentrate on the dark spots (see also Fig. 10d).

In the following, extracts of our reports on housefly breeding in the settlement visited will be presented. Near each village visited will be stated the form of settlement, namely either *Coll.* = collective community settlements *(Kibbuz)* and mixed cooperative villages *(Moshav Shitufi);* or *V.* = cooperative villages *(Moshav Ovdim)* and traditional type villages. Furtheron there will follow the date of the visit.

It has to be mentioned that in 1955/56 many of the Kibbuzim sprayed the cows and barns with "Hexalon", a preparation[8] based on gamma BHC, against cattle ticks. In many settlements the walls of cow barns or sheds were sprayed with this preparation also against houseflies. It has to be remembered that villages were visited mostly only once, the hours of visits being any time between 9 a. m. and 16 p. m. This may, of course, have led sometimes to a wrong impression as regards infestation with *adult* houseflies. The estimation of the larval population was thus of great importance. At each place larvae were collected, which turned out to be *M. vicina* in overwhelming majority, and some *M. nebulo* (Gratz, Rosen and Ascher 1957).

3. List of villages visited

Abu-Gosh	k-4	Bet-Oved	g-4
Alumot	d-12	Brur-Chajil	h-8
Ashdot-Yaakov	d-13	Chanita	b-2
Bar-Am	b-6	Chefez-Chajim	h-11
Ben-Shemen Agricultural School	f-7	Chiriya garbage dump	g-3
Bet-Hashita	d-6	Chulda	g-6
Bet-Josef	d-15	Dan	a-5
Bet-Oren	e-6	Dovrat	c-4

[8] Emulsion concentrate formulated with 5 % and 10 % gamma BHC prepared by Dr. Meron, Chemical Works, Haifa.

Eilat	i-4	Mikve-Israel Agricultural School	g-2
Eilon	b-4	Mishmar-Hanegev	h-2
Ein-Hamifraz	b-8	Musmus	k-7
'Ein-Ibrahim	k-6	Nachshonim	f-8
Ein-Karem, Agricultural School	j-4	Nahalal Agricultural School	c-1
Ein-Shemer	e-3	Negba	h-7
Ga'ash	f-3	Neot-Mordechai	a-2
Gal-On	h-10	Neve-Ilan	j-2
Gan-Menashe garbage dump	f-6	Nir-Am	h-4
Gardosh	c-6	Nir-Ezion	e-5
Gat	h-9	Nizanim	g-8
Gesher	d-14	'Osphiya	k-9
Gesher-Hasiv	b-1	Rama	k-11
Geva	d-5	Ramle Maabara	j-5
Ginegar	c-3	Ramot-Naftali	b-7
Givat-Brenner	g-7	Revivim	i-3
Hachotrim	e-7	Rishpon	f-2
Hadera city garbage dump	e-4	Ruchama	h-5
'Ilbon	k-12	Saad	h-3
Kafar-'Ara	k-5	Sasa	b-5
Kafar-Kana	k-14	Sdeh-Boker	i-1
Kalansauva	k-1	Sdeh-Nachum	d-7
Kfar-Azar	f-1	Sdeh-Nechemia	a-3
Kfar-Chasidim	d-3	Sdot-Yam	e-1
Kfar-Chitim	c-8	Shaar-Hagolan	d-10
Kfar-Hachoresh	c-2	Sheikh Suleiman Beduin camp	k-8
Kfar-Menachem	h-6	Shluchot	d-8
Kfar Uria	j-1	Shuval	h-1
Kiryat-Anavim	j-3	Taibe	k-2
Lehavot-Habashan	a-1	Tel-Chai	a-6
Maabarat Jochanan	g-5	Tel-Chanan	d-4
Maabarot	f-5	Tira	k-3
Maagan	d-11	Tirat-Zvi	d-9
Maagan-Michael	e-2	Tur'an	k-13
Maayan-Baruch	a-4	Yagur	d-2
Mashavei-Sadeh	i-2	Yakum	f-4
Mavkiim	g-9	Yas'ur	c-5
Mazuwa	b-3	Yazur	g-1
Meron	c-7	Yokneam	d-1
Mijgdal-Krum	k-10		

4. Findings of the survey in various parts in the country

a. Upper Galilea

a–1 Lehavot-Habashan (Coll.), 29. 9. 1955

In the cow barn, which was empty during our visit (the cows were on pasture) there were only few flies. In the calf pens, there was a considerable number of flies resting on the calves, especially near their eyes. The sewage leaves the barn in gutters straightaway to the fields. In the milking-room there were only few flies, since electric milking machines were used.

The settlers told us that the barn was sprayed once a week with "Hexalon" and DDT, and once every three months it was included in the antimalarial spray of the area, also with DDT. The manure was removed far away from barn to the general garbage dump. A very strong larval housefly breeding was noticed in this dump in remnants of food consisting of potatoes, carrots, tomatoes, fish, meat etc. Many flies swarmed over the dump. In the cow manure on the dump, there was only intermediate-sized breeding.

a–2 Neot-Mordechai (Coll.), 29. 9. 1955

Due to a disease among the cows, there only 10 cows in the barn we could visit. The barn was of the "deep bedding" type and we could not locate any fly breeding in it.

A badly kept manure pile and garbage lying about in the yard were noticed; this garbage included cheese, potatoes, onion peelings etc. and many flies were resting on it. In the dry peelings there were observed many pupae.

a–3 Sdeh-Nechmia (Coll.), 29. 5. 1955

We searched in the calf pens (with deep bedding), which are generally more infested than the cow barns, but saw very little adult flies. We were told that all the manure and garbage were treated with diazinon following the procedure of Prof. G. G. Mer. This experiment, which at the time of our visit had been going on for two months, was done under the supervision of the staff of the Malaria Research Station at Rosh-Pina[9]. The settlers expressed their satisfaction about the scheme. There were only few flies in the barn, while the barn workers assured us that the cows were now much quieter and that the milk was cleaner (no flies falling into it). In the manure pile, only very scarce breeding in three-days-old manure.

a–4 Maayan-Baruch (Coll.), 29. 9. 1955

At this settlement the barn was on a hill and a south-western wind was blowing through it. The number of the flies in the cow barn was relatively small, but on the calves there were from 100 to 1000 flies! In the pile of cow manure, which was mixed with peat[10] and straw, there was relatively little breeding.

a–5 Dan (Coll.), 29. 9. 1955

A very great number of flies inside the cow barn; in particular, very high concentrations of houseflies on the stanchions, to which the cows were tied. On chopped maize near the barn there were seen immense numbers of flies (could not be estimated). In the feed mixing room on bags of wheat bran and carob – there were resting thousands of flies, while on milk cans in the same room there were hundreds of flies. The barn was sprayed once a week with "Hexalon" and sometimes also with "Lindol". In the manure pile, there was intermediate to very intense breeding.

a–6 Tel-Chai (Coll.), 29. 9. 1955

Here the cow barn was situated on the slope of a hill and the manure pile was much below it, at the base of the hill. Though the pile was relatively near to the cow barn, there were not many flies in it (10–20 on each cow). According to the barn workers there blows every day a strong south-western wind through the barn.

b. Western Galilea

b–1 Gesher-Hasiv (Coll.), 21. 6. 1955

In the cow barn there was a great number of flies which amounted to some hundreds per cow. Near the watering trough, in the yard, where the animals were treading and most probably crushing the pupae if any such were present, there was no breeding. The manure pile was near the entrance to the barn and was in a disorderly state, since the manure was piled on it without any plan. The lower layers which contained old manure did not breed, but the side walls of all layers abounded with larvae of all stages, since *a.* the pile was wettened artificially every week (from above) and *b.* urine and washings coming from the stable always wetted afresh the side walls of the pile. The black liquid oozing out of the pile (ichor) collected at a distance of some meters from the pile and formed puddles. Into these puddles also the gutters lead, with urine from the stables. The puddles in part also harboured mosquito breeding. On the ground of the goose coop, in sawdust mixed with droppings, an active breeding was going on, but there were little adult flies in the coop.

[9] The exact procedure and earlier (1954) field experiments with diazinon as housefly larvicide at the *Kibbuzzim* of Dan and Dafneh have been described by Mer and Cwilich (1956, 1957).

[10] Peat, which possesses a distinct manurial value, can be composted with profit with manure (see Shutt and Wright 1933). It seems then to somewhat inhibit housefly larval breeding (cf. also Robertson 1917).

Gesher-Hasiv – revisited on 8.1.1956 (middle of the winter)

In the cow manure piles there were noted isolated concentrations of larvae and there were also seen pupae in the straw on the pile. In a half-year-old chicken manure pile were noted many thousands of empty pupal cases.

b–2 Chanita (Coll.), 21. 6. 1955

In the cow manure pile, which was badly stacked (or rather thrown) in a huge excavation terminated by a beton wall, there was an immense number of housefly larvae. The highest concentration was near the concrete wall, since in the interior of the pile, due to the strong fermentation, the temperature was very high (65° C), while near the concrete wall it was only 45° C. In a second pile, notwithstanding that chicken were searching in it freely, there was strong breeding.

Chanita revisited 8.1.1956 (middle of winter)

A very cold winter day. We could not locate any active breeding. In a chicken manure pile we saw a very great number of empty pupal cases.

b–3 Mazuwa (Coll.), 21. 6. 1955

Very great numbers of flies sitting on the cows and a strong breeding in the disorderly cow manure pile. As usual, "Hexalon" was being sprayed in the barn. On a big piece of meat which was led across the yard on a wheelbarrow, we saw thousands of flies.

b–4 Eilon (Coll.), 17. 7. 1955

We examined two not too well kept barns. Counts on cows were between 50 and 100 flies. The manure was taken out every day onto smaller piles, which contained a heavy breeding. The ichor from the piles ran onto the earth and in this mixture of earth and liquid manure a strong breeding was going on.

Eilon revisited on 8. 1. 1956 (middle of winter)

We could not locate active breeding. Many empty pupal cases in the cow manure pile.

b–5 Sasa (Coll.), 12. 7. 1955

Though the barn was very clean and well kept, there were between 100–1000 flies per cow! This was due to the manure pile, which was badly arranged and very near to the barn and contained a strong breeding. The barn had no canalization system for urine, which ran out in the field.

Sasa revisited 8.1.1956

A very stiff wind and very cold day. Only slight, isolated breeding, and empty pupal cases found.

b–6 Bar-Am (Coll.), 12. 7. 1955

In the barn there were 20–30 flies per cow at the time of the visit. The barn was situated on a hill and there was always blowing a wind through it, which was effective in keeping the number of flies in the barn low. Unfortunately the manure pile was situated in such a way, that the prevalent wind blowed firs over it and then through the barn. The settlers indeed had in mind to transfer the pile to the opposite side of the barn. Once a week cows and barn were sprayed with "Hexalon"; the settlers considered this treatment to be effective for 2–3 days against houseflies.

Bar-Am revisited on 8. 1. 1956 (middle of winter)

No housefly breeding could be located. Only empty pupal cases were found.

b–7 Ramot-Naftali (Coll.), 12. 7. 1955

In this settlement the flies constituted a very serious problem. On the cows there rested from hundreds to thousands of flies. In the cow manure pile, which was very near to the

barn, there was a very strong breeding. The barn workers told us that during milking often thousands of flies fell into the milk and that it was seriously considered to transfer milking from day to night, when flies were less active! On stanchions and cords in the barn there were also sitting thousands of flies. Many thousands of flies were seen near the door of the milking room (dairy). Once every three weeks cows and barns were sprayed with "Hexalon". There was also still some spraying with DDT in kerosene going on. The barn workers thought that "Hexalon" was effective against the flies for 1–2 days and DDT in kerosene for 3 days. Urine and ichor ran out freely from the barn without canalization and formed a great puddle near the barn.

b–8 Ein-Hamifraz (Coll.), 12. 10. 1955

The barn, which was somewhat dirty, had about 50 houseflies per cow. A strong wind was passing through it. Whenever a section of the huge manure pile was completed it was covered with a layer of 2–5 cm of earth. This finished layer was watered for 2 hours per month. No breeding was found in the earth covered section of the manure pile. The fresher manure was covered with straw. In the 5-days-old manure there was intermediate to heavy breeding.

c. Lower Galilea

c–1 Nahalal (Agricultural School), 30. 8. 1955

In the barns there were from 20–60 houseflies on each cow. Cows and walls were sprayed every two weeks with "Hexalon" and according to the barn workers this treatment proved effective. On the cow manure piles there were also dumped rotting potatoes. In these there was a very heavy larval breeding, while in the cow manure, which was admixed with much straw, there was only an intermediate one. Everywhere on the pile there could be seen also pupae. Many pupae were also present in the earth around the pile into which the black liquid seeping out of the manure pile had penetrated. Near one of the piles there had accumulated a quite extensive "lake" of ichor. Inside this puddle we noted white "islets", which turned out to be huge accumulations of the glittering white bodies of dead and live housefly larvae. On closer examination we noted that a part of the larvae were drowned, while the greater part was living on islets of scum inside the "lake". Around the "lake" there had formed a mud made up of earth, manure and ichor in which there was a very heavy breeding.

c–2 Kfar-Hachoresh (Coll.), 30. 8. 1955

In the cow barn, which looked somewhat neglected, there were from hundreds to thousands of flies per cow. This very great number was due to the immense breeding (the like we hardly saw anywhere else in Israel) which was found in the badly neglected manure pile. Here the manure was spread on the pile without any system and there was no straw coverage at all.

c–3 Ginegar (Coll.), 30. 8. 1955

On the cows in the barn there were up to hundred flies. In rotting potatoes deposited near the cow manure pile, a heavy breeding (up to a profundity of 30 cm) was going on. Larvae of all instars were seen.

c–4 Dovrat (Coll.), 30. 8. 1955

In the open (roof and supports only) deep bedding cow shed there was only slight breeding in the bedding and there were very few adult flies. On the other hand, there were seen in a second closed barn up to hundred flies per cow and clusters of thousands of flies on fodder beet. The cow were sprayed with "Hexalon"; wall sprays with this preparation had no more effect on the flies.

c–5 Yas'ur (Coll.), 12. 10. 1955

Through the barn which was open from all sides, a strong wind was passing (i. e. conditions which are not favouring the stay of flies in the barn) but there were about 100 flies per cow. On the calves there sat a few hundred flies per animal. The cow manure pile exhibited a housefly breeding of phantastic extension. Generally the cows were sprayed once a week with "Hexalon" against cattle ticks; no treatment was carried out against flies in the barn.

c–6 Gardosh (Coll.), 12. 10. 1955

On the cows in the barn there were seen 100–200 flies. There was noted a very great density of flies on ensilage. The manure pile was disorderly and was covered only with very little straw and heavy larval infestations were present. In the barn, "Hexalon" was sprayed once a week on cows and walls. The barn workers told us of their impression, that results of the spray against flies were effective, whenever all the strings hanging in the barn were wetted well with the insecticide.

c–7 Meron (V.), 12. 10. 1955

In the manure piles near the houses of the farmers, we noted larval breeding and numerous ovipositions in fresh manure. On the cows in the barns, there were about 100 flies per cow.

c–8 Kfar-Chitim (Coll.), 12. 10. 1955

Intermediate fly infestation in the cow barn. The canalization of the liquids from the cow barn was defective. In the cow manure pile there was a heavy breeding. Once a week the cows and barn were sprayed with "Hexalon".

d. The valleys

d (I) *The Valley of Esreel*

d–1 Yokneam (V.), 14. 6. 1955

Two cow barns were examined. There were about 100 flies per cow. In manure consisting of cow, horse and mule droppings there were great concentrations of larvae.

d–2 Yagur (Coll.), 14. 6. 1955

One of the several huge cow sheds of this important settlement was examined. It was a deep bedding shed; there was a strong larval breeding and many pupae could be seen. Interestingly enough, in a number of places which were constantly kept wet by urine, pupation took place in profundity. Near the shed there were old manure piles, from which there seeped black liquids (ichor). In earth mixed with these liquids there were found housefly larvae. Pupae were floating on the surface of the liquid.

d–3 Kfar-Chasidim (V.), 14. 6. 1955

In the cow barn of the first farmer visited we saw thousands of flies on each cow. The manure was not orderly piled, but was rather shoved out of a window from the barn and thus formed a disorderly heap containing a very heavy breeding. Similar phenomena were seen in the yards of other farmers.

d–4 Tel-Chanan (semirural suburb belonging to the greater Haifa area) 14. 6. 1955

In a privately owned, isolated cow barn there was very strong breeding in the manure pile.

d–5 Geva (Coll.), 23. 8. 1955

On each cow in the barn, there were about 100 flies. In the manure pile – especially in the three-days-old manure –, there was a very heavy breeding. On the pile there was deposited al layer of sunflower seed shells in which prepupating larvae had concentrated.

d–6 Bet-Hashita (Coll.), 23. 8. 1955

In the cow barn, infestation was from intermediate (100 flies per cow) to heavy (1000 flies per cow). The manure was spread out evenly (not built up in cubes) on the very great manure pile, which was covered with a very thick straw layer. Through this isolation by the straw, the temperature inside the pile reached through fermentation was very high and the breeding was not intensive.

d–7 Sdeh-Nachum (Coll.), 23. 8. 1955

There were only very few flies in the cow barn (1–5 flies per cow). In the manure piles, all of which had a careful dense coverage of straw, we could not locate any breeding notwithstanding prolonged search. In an isolated cow dropping[11] on the shady side of the barn, we found some larval breeding.

d (II) *The Bet-Shean Valley*

d–8 Shluchot (Coll.), 23. 8. 1955

On each cow there were counted about hundred flies. On the manure pile, though it was covered with straw, there was noted an intermediate state of larval breeding.

d–9 Tirat-Zvi (Coll.), 23. 8. 1955

This settlement is about 10 km distant from Shluchot *(d–8)* and thus has the same hot climate, which is general to the Bet-Shean valley. In the cow barn there were undescribable concentrations of flies (from hundreds to thousands per cow). Even more flies were on the stanchions and joists. On the stanchions near the heads of the animals were sitting less flies (probably due to disturbance by movements of the animals), while on higher stanchions there were resting enormous numbers.

The cow manure pile was rather badly arranged and much of the manure was thrown without plan and proper arrangement on the pile and near it. Urine and ichor were seeping from all sides. The pile was situated very near to the barn and there was no straw coverage at all.

d (III) *Jordan Valley*

d–10 Shaar-Hagolan (Coll.), 29. 9. 1955

A very dirty barn full of flies. The cow manure pile, though it was well stacked and arranged and got a daily coverage of straw (according to what the farmers told us), contained heavy breeding.

d–11 Maagan (Coll.), 29. 9. 1955

A very clean and well kept barn, which harboured, though, many flies. This was due to the disorderly manure pile, which contained great concentrations of housefly larvae.

d–12 Alumot (Coll.), 12. 10. 1955

In the clean cow barn there were 50–100 flies per cow. Many flies were seen on milk cans. The barn was situated on a hill and in the afternoon a western wind was blowing through it. This explained the relatively moderate number of flies, which otherwise would have been much higher, since the manure pile was near to the barn, was disorderly and contained a strong breeding.

The barn was sprayed once a week with "Hexalon" and "Sehu"[12], but as we were told, this had no longer any effect on the flies.

d–13 Ashdot-Yaakow (Coll.), 12. 10. 1955

The barns were meticulously clean. During our visit, the cows were not in the barn. On the calves in the calf pens there were up to 100 flies per calf. The horse stable, on the other hand, was somewhat dirty and had a serious housefly infestation. A strong larval breeding in the cow manure pile.

d–14 Gesher (Coll.), 12. 10. 1955

A very clean barn and very few flies (10–20 per cow). On the calves there were 20–30 flies. The manure pile was at a distance of about 100 meters from the barn. The pile

[11] While in general housefly larval breeding in autdoor individual cow pats and horse droppings is a very rare occurrence, it should be mentioned that we encountered a few exceptions, namely vigorous larval breeding in isolated cow pats or ass droppings in *shady places* outside the barn or stable.

[12] A preparation based on synergized pyrethrins, DDT and lindane.

was extremely well arranged and covered with very much straw. The very hot climate of this low lying settlement should have favoured fly breeding very much. Indeed here one could see well the effect of keeping a well constructed, straw covered manure pile at a reasonable distance from a clean barn.

d–15 Bet-Josef (V.), 12. 10. 1955

Dirty barns, and the manure was thrown out of openings and windows of the barns. Thus the manure piles were disorderly and contained very heavy larval breedings. "Hexalon" sprays on cows and walls every ten days.

e. Haifa-Hadera

e–1 Sdot-Yam (Coll.), 5. 7. 1955

A great cow barn with a very great number of flies, from hundreds to thousands per cow. In the barn there was spread very much straw as litter. The manure pile was 5 meters from the barn; since it contained much straw, the breeding in its upper layers was not very strong. But there was no efficient canalization from the manure pile and its sides were constantly wetted by the black liquids seeping out of the pile and in consequence there was a very strong breeding.

e–2 Maagan-Michael (Coll.), 5. 7. 1955

Two great barns of the deep bedding system with very few flies. In one of them we could not find any breeding during a search (2 people) of 15 minutes; there were only about 5 flies per cow. In the second barn there was larval breeding only in the calf pen under the straw wetted by the excrements of the calves, but also in this barn there were only few flies. We checked some of the cow manure piles, in which we found only old and dry manure and no breeding. Here a stiff wind from these sea was probably an additional factor for the small number of flies.

e–3 Ein-Shemer (Coll.), 29. 9. 1955

The barn had the deep bedding system and there was only a small number of flies. No breeding could be found in the trampled down bedding. In the calf pen there was strong breeding.

e–4 Garbage dump near Hadera, 29. 9. 1955

On this garbage dump the garbage was constantly spread out, dried and burnt. Much of the fresh garbage, however, remained too long without treatment and attracted houseflies strongly. Especially on lots consisting of kitchen refuse such as bread, rise, cheese etc. there were sitting thousands of flies. In these fresh portions, evidently from the same day or the previous day, we noted no active larval breeding. On a somewhat older lot we noted many pupae, especially in feathers, rags and paper.

e–5 Nir-Ezion (Coll.), 29. 9. 1955

In the barns there was noted only an intermediate infestation with adult houseflies, though in the manure pile a strong larval breeding was going on. This was due to the fact that the barns (which were still partly in construction at that time) were situated on a hill over which there was blowing a wind constantly.

e–6 Bet-Oren (Coll.), 29. 9. 1955

In the barn, there were only 10 flies per cow. The barn was located on a hillock and the manure pile at its base. There was a very strong larval breeding in the cow manure pile. Near the pile the kitchen refuse was dumped, and on it thousands of flies were sitting. The small number of adult flies notwithstanding the heavy larval breeding was probably due to the breeze blowing through the barn (Beth Oren is situated on Mount Carmel).

e–7 Hachotrim (Coll.), 29. 9. 1955

A dirty barn with great quantities of flies. The manure was taken out from the gutters every three days. The canalization system of the barn was somewhat neglected and there was heavy larval breeding in the manure pile.

f. Hadera—Tel-Aviv

f–1 Kfar-Azar (V.), 6. 4. 1955

A rainy day. No breeding was found in the cow manure pile. In chicken coops in which the "deep bedding" system was used (a thick layer of wood shavings on the ground) and in which the chicken walked around freely in the coop, the droppings had dried out and there was no breeding. On the other hand, in coops of the „battery" system (cagelayer system, Fig. 3) there was always larval breeding in the wet droppings. The temperature in the droppings was rather low (about 20° C). In battery-system coops, which had walls of metal wire netting only and which were thus open to the winds from all sides, the chicken manure dried out rather quickly and there was found only isolated breeding here and there. This was especially true in the coops in which laying stock was held, which was fed essentially dry feed and therefore its droppings were drier.

In contrast to this, the feed given to fattening stock and young roosters was wet (wetted bread, broth, greenfodder) and therefore the droppings were of a very wet consistence, especially favourable to larval breeding. This breeding was especially intensive in closed concrete structures, since here the droppings did not dry out as in the open structures mentioned above, and the chicken manure was in movement ("walking about", as the farmers put it), due to very heavy larval infestation.

Kfar-Azar, revisited 15. 1. 1956

In a chicken manure pile there were seen great concentrations of pupae and flies were hatching continuously. This manure had accumulated under the cages (battery system) for three months and had been taken out 1½ month previously. In the aerated (open) coops there were only small isolated concentrations in the chicken droppings, which now were generally *too wet* for breeding due to the high environmental humidity.

Kfar-Azar, revisited 1. 2. 1956, 19. 2. 1956, 22. 2. 1956

Analogous observations. We noted, that on cold days the flies were resting on vegetation (leaves of trees). On days with some sunshine, flies were searching sunny places on paths, outer joists etc.

f–2 Rishpon (V.), 28. 4. 1955

In the barn we visited there were 30–50 flies per cow and many houseflies were flying around in the barn. There were no flies on the walls. In a cow manure pile there was heavy breeding while in a horse manure pile there was only very slight breeding. In a compost pile prepared from rotting plants and manure we saw a most intense larval breeding.

f–3 Ga'ash (Coll.), 28. 4. 1955

In a barn with 60 cows we arrived at an estimate of 1000 flies per cow. An enormous number of prepupating larvae concentrating at the dry edges of the calf pens was noted. No breeding was found in the barnyard.

f–4 Yakum (Coll.), 28. 4. 1955

In the barn there was a high density of flies on the cows; a strong larval breeding was noted in the manure pile in cow manure of up to one week of age, as well as in the chicken droppings in the coops (battery system).

f–5 Maabarot (Coll.), 28. 4. 1955

In the barn there were about 100 flies per cow. A still greater number of flies was resting on the calves in the calf pens. A very great number of flies was sitting on the bags of wheat bran in the mixing (feed preparation) room. Strong larval breeding in the huge manure pile, to which manure was added daily in cube structures.

f–6 Garbage dump near Gan-Menashe, 28. 4. 1955

Near Gan-Menashe (Haifa – Tel-Aviv highroad) there was in the field an uncontrolled garbage dump, consisting of three piles having an extension of about 20 m × 20 m each. We saw immense concentrations of larvae and pupae, while over the dump there were

swarming "clouds" of flies. The larvae grew in decomposing fruit, animal carcasses and the like, while pupation took place in feathers, paper, rags and any other dry matter. Soon after our visit, this "wild" garbage dump was liquidated by intervention of the District Sanitary Inspector of the Ministry of Health.

f–7 Agricultural School of Ben-Shemen, 2. 10. 1955

A very high infestation of adult houseflies in the barn visited and strong larval infestations in the cow manure piles.

f–8 Nachshonim (Coll.), 2. 10. 1955

A somewhat neglected cow barn with a lot of flies. The manure pile was situated just adjacent to the barn in a shady place and harboured a very heavy larval infestation. In particular, many prepupating third stage larvae were noted in an upper straw layer.

g. Tel-Aviv – Gedera – Migdal-Ashkelon

g–1 Yazur (a semirural townlet), 11. 5. 1955

This townlet, which extended on a comparatively large area and presented a peculiar mixture of rural and semiurban features, still bore at the time of our visit the marks of the 1947–1948 war in form of some ruins. We noted near many houses, that there was a strong larval breeding in the garbage cans, which were generally without covers, and were very often emptied only once a week. Some families were dumping the garbage into the ruins and even into houseyards which caused strong larval breeding in many places. This explained the high concentrations of flies; the flies were especially attracted to those houses near which there were still only field privies. Another breeding site which was encountered frequently at Yazur was wet earth containing wet bread near faucets in gardens and yards (where broth for chicken was prepared). In addition to these widespread breeding sites there were further, even more prolific ones, swine and cow manure. The various swine pens (Fig. 5) we visited had no canalization at all and the solid excrements, urine and the water used for flushing them out of the pens were allowed to run out freely into the nearby areas or were running down slopes. Here heavy breeding was present as well as near several cow barns. As an example we should like to cite a very great barn in the centre of Yazur in which there was found an undescribably dense infestation of adult houseflies and strong larval breeding in the manure pile. This huge barn had no canalization at all and thus very extensive puddles had formed in the nearby yard and fields.

Fig. 5. Houseflies on swine in Yazur

g–2 Mikve-Israel (Agricultural School), 11. 5. 1955

Here the possibility was given to examie in detail the manures of different animals at one locality. In the sheep pen we noticed flies on the animals, but there was only very slight larval breeding, mainly at wet places, i. e. near the watering site. In the horse manure pile near the stables there were observed numerous ovipositions on two-days-old manure, but no second or third stage larvae were seen. Near this pile was another pile of rotting potatoes in which there was heavy larval breeding. We concluded that though heavy oviposition took place on the horse manure pile, the very young larvae migrated, due to excessive heat (strong fermentation in the dry horse manure) to the pile of rotten potatoes. In the chicken manure in the coops there were seen immense concentrations of larvae. In the cow barn we visited there were 20–50 flies per cow. Many flies were seen in the feed

mixing room (at the entrance to the barn) on bags of carob and of wheat bran (about 200 per bag of carob and about 50 per bag of wheat bran)[13]. In the fresh cow manure piles there was quite a strong breeding, while in old, dried out ones, there was none. This visit was undertaken at the beginning of summer.

Mikve-Israel, revisited on 16.11.1955

This visit was carried out on a fine day, three days after the first rains at the end of the year (beginning of rain season). To our great astonishment we noted that in the old, "burnt out" cow manure piles, which were not covered with straw, fresh breeding was taking place in the whole surface layer and that in all the old piles the fermentation had been started again by the rain. In the barn, the flies concentrated on places heated by the sun. An old chicken manure pile near the coops, which had been wetted afresh by the rain, was again supporting a very intensive breeding. – In the horse and mule manure there was no breeding.

Fig. 6. Leaking tubes in chicken houses at Bet-Oved causing heavy larval infestations

Fig. 7. Chicken manure near highroad at Bet-Oved

g–3 City refuse dump near Chiriya, 11. 5. 1955

This is the main garbage dump of the city of Tel-Aviv and is located in a semirural area. We were told that every day 90 fully loaded trucks dumped the garbage of Tel-Aviv at the area visited, which is fenced in and is under supervision. There were however millions of flies resting on the fresh portions of refuse on the garbage hills. A very diffuse though not heavy breeding, in a part also in the earth and ditches impregnated with seepage near the refuse hills, was noted.

g–4 Bet-Oved (V.), 17. 5. 1955

Housefly breeding in this village, which dedicates itself to chicken farming in grand style, was one of the worst encountered in the country. We visited a number of coops (battery system) of different farmers and in each one we found very high concentrations of larvae and "black clouds" of flies. In many places the drinking faucets for the chicken were leaking badly and constantly wetted the chicken droppings (Fig. 6) and thus maintained them in the optimal condition for intense breeding. In one of the biggest coops, a tube conducting water under the beton floor had burst and before the water could be shut off, the whole floor had been flooded for some time. In the wet manure in this coop the glittering bodies of millions of larvae were seen. In some of the

[13] We noticed also at other localities, that carob trees and carob were highly attractive to the housefly.

coops the manure had been pushed out as far as the main road (Fig. 7, 8) and thus the breeding was going on the sides of the highroad proper. Every attractive matter, such as crushed mulberries under a mulberry tree, attracted hoards of flies.

g–5 Maabarat (New Immigrants' Transit Camp) Jochanan, 17. 5. 1955

We saw very few flies in the barracks and houses serving as habitations, during the visit (before noon). In the kitchen of the kindergarden, on the other hand, we counted about hundred flies. The inhabitants complained, that during the afternoon there always appeared many flies. There was seen little manure or garbage in the transit camp, and hens were scratching in the little that was present. In the field privies, which were not flyproof and the seats of which were without lids, there were resting some flies. The garbage dump was at quite a distance from the camp, and the sanitarian of the camp saw to it that the garbage was spread out thinly with a rake. It thus always dried out quickly and we found no breeding in it.

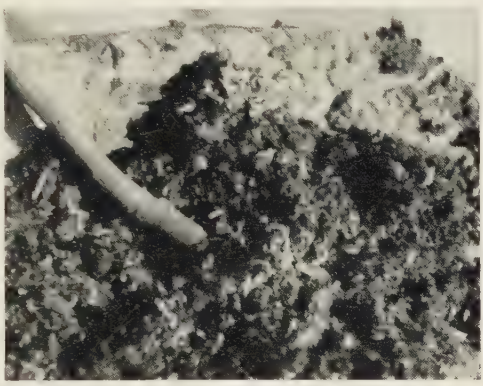


Fig. 8. Housefly larvae in chicken droppings

g–6 Chulda (Coll.), 17.5.1955

In the barn, the average count of flies per cow was 30. On a cow, which had just delivered a calf, we estimated 500–1000 flies. Heavy concentrations of larvae in the manure pile. In the hayloft, the earthern floor of which was wetted by ensilage liquids running out of the silo, there was observed an intense breeding!

g–7 Givat-Brenner (Coll.), 16. 11. 1955

This was a very short visit (after the first rain at the end of autumn). A sample of a few kg was taken from a wet chicken manure pile in one of the yards, since on the first blush this pile seemed to contain more pupae than manure. In the laboratory it was found, that the sample taken contained 2500 pupae per kg of chicken manure.

g–8 Nizanim (Coll.), 16. 11. 1955

Though the barn was very clean and well kept, there were about 100 flies per cow. This was evidently due to the badly arranged cow manure pile, which was surrounded by puddles (seepage from the pile) and which harboured an intense larval breeding.

g–9 Mavkiim (Coll.), 16. 11. 1955

The number of flies in the barn were 10–20 per cow. The barn walls and the cows were sprayed very frequently with "Hexalon", which according to the reports of the local barn workers, still proved quite effective for fly control. In the cow manure pile, which was badly arranged, there was a strong larval breeding and around it there were many puddles of seepage from the pile.

h. Gedera – Beer-Sheva

h–1 Shuval (Coll.), 26. 7. 1955

Here we encountered again a deep bedding barn, from which the manure was taken out every three months. On the cows in the barn there were 100–200 flies per cow. In the downtread manure in the barn, there was found quite diffuse larval breeding. The piles of old manure were watered once a week.

h–2 Mishmar-Hanegev (Coll.), 26. 7. 1955

There were hundreds of flies on the cows. The canalization system leading out of the barn was rather poor and near the gutters strong breeding was going on in the impreg-

nated earth. One of the manure piles was very well arranged but the others were rather spread out and harboured heavy breading.

h–3 Saad (Coll.), 26. 7. 1955

Numerous flies on the cows. Very strong breeding in the manure pile, which had a rectangular form and on which further small cubes of manure were erected (not spreading of the manure over the whole pile at once).

h–4 Nir-Am (Coll.), 26. 7. 1955

Cow manure piles in bad state of disorder. One of the great piles served also as general garbage dump and contained rotten fruit (grapes), vegetable, feathers etc. The breeding was so dense that many of the larvae could not develop properly.

h–5 Ruchama (Coll.), 26. 7. 1955

A very clean cow barn, but on the wet concrete floor which had just been washed, there had been attracted many hundreds of flies. The canalization of liquids leading out of the barn was defective, which caused formation of a little "lake" (harbouring also mosquito breeding) outside of the barn. In the artificially wetted cow manure pile there was a very heavy breeding.

h–6 Kfar-Menachem (Coll.), 2. 8. 1955

The barn workers told us that the houseflies were the plague of the settlement. The manure pile was well arranged but it was wettened artificially and wet bags were hung on its sides to prevent drying out. The daily manure removed from the barn was always well covered with straw. This isolating layer had the effect of heating up of the underlaying manure and therefore many small and abnormal larvae and pupae were seen.

h–7 Negba (Coll.), 2. 8. 1955

A badly arranged manure pile containing a strong breeding. The kitchen refuse was dumped half a kilometer trom the settlement without any further treatment and of course supported heavy breeding.

h–8 Brur-Chajil (Coll.), 2. 8. 1955

Numerous houseflies in the barn. The manure pile was in a bad disorder and in the vicinity of the barn there were noted various accumulations of old manure, in which larval infestations were so heavy as to cause appearance of small, underfed larvae.

h–9 Gat (Coll.), 2. 8. 1955

"Black clouds" of flies. The cow manure pile served also as dump for the kitchen refuse. Enormous larval breeding in rotten vegetables and fruit.

h–10 Gal-On (Coll.), 2. 8. 1955

The cows were not in the barn during the visit, but on the stanchions there were resting great numbers of flies. In the manure pile, isolated concentrations of larvae.

h–11 Chefez-Chajim (Coll.), 2. 8. 1955

There was quite a lot of flies in the barn (about *100* flies per cow). In the cow manure pile, from which black liquids were seeping, there was a breeding of intermediate size. The barn workers told us that "Hexalon" sprays had no more effect on the flies.

i. The Negev and the Arava (Steppe)

These are the areas of very hot, dry climate in the south of the country.

i–1 Sdeh-Boker (Coll.), 3. 11. 1955

We were told that the housefly infestation of the settlement, especially during summer, was a real plague. The settlement had no cow barn at the time of our visit and no breeding

was found in the chicken house. A strong breeding could be located in the open refuse cans and barrels near the kitchen. While larval breeding was going on in wet kitchen remnants, numerous pupae were seen in cucumber peelings, paper, sheep wool and the like. We ascertained that the refuse was taken out to an untreated refuse dump outside of the settlement only once a week, and was not burnt or burried.

i–2 Mashavei-Sadeh (Coll.), 3. 11. 1955

There were 20–30 flies per cow in the barn and about the same number on the calves in the calf pen. Breeding in the manure pile itself was rather weak, while it was quite diffuse in the earth wetted by the black seepage near the pile. In the calf pen there was also an intermediate larval breeding. The barn worker told us that lindane sprays had an effect of only a few hours on houseflies.

i–3 Revivim (Coll.), 3. 11. 1955

There were up to 50 flies per cow and about 100 per calf, and an intermediate breeding in the cow manure pile.

i–4 The town of Eilat (12. 1. 1956)

Though this visit was undertaken in winter proper (which, however, at Eilat is extremely mild) there were seen quite a few flies in the canteen and on bags of fish in the local fish meal factory. The garbage was dumped about 2 km from the inhabited area. There was a very strong larval breeding in this dump, which probably accounted for the majority of Eilat's housefly population, since we could locate no breeding in Eilat proper, including the new immigrants' transit camp.

Soon after our visit the Division of Vector Control of the Ministry of Health intervened to ensure daily burning of at least a part of the refuse at the dump.

Dr. P. Rosen of the Ministry of Health visited Eilat on 9. 2. 1956 and he reported the same findings, viz., breeding confined to town refuse dump.

On visits to Yotwat, Beer-Ora, Sdom and Ein-Gedi we noted also that the housefly infestation at these localities in the Negev and near the Dead Sea was due to the refuse dumps only.

j. Jerusalem – Ramle area

j–1 Kfar Uria (V.), 23. 5. 1955

We visited the yards of two farmers, who had one cow each, and located breeding in the two manures piles. In one of the piles the breeding was very heavy.

j–2 Neve-Ilan (Coll.), 23. 5. 1955

Inside the cow barn and on fodder beet there were very great concentrations of adults. Immense numbers of flies were sitting on young calves. On the manure pile we noted heavy larval concentrations in two-days-old manure. Also in wet earth near the barn, there were seen many larvae.

j–3 Kiryat Anavim (Coll.), 8. 6. 1955

In the cow manure pile, which was very disorderly, there were great concentrations of larvae; but piled up near it there was also garbage consisting of fruit and vegetable peelings, pieces of cloth, paper etc. Inside this rotting mass there existed enormous concentrations of larvae. Furthermore, great concentrations were seen below the broken hard scum of the ichor seeping out of the pile and accumulating near the pile.

j–4 Agricultural School of Ein Karem, 8. 6. 1955

In the barn there were 20–50 flies per cow and in the manure pile there was a strong larval breeding. The manure taken out daily from the barn was added to the general manure piles in small heaps, a procedure, which, as we had noted already in several localities, favoured heavy larval infestation. In the barn it was still endeavoured to combat the flies with DDT sprays.

j–5 Immigrants' transit camp (Maabara), at Ramle, and surroundings, 26. 5. 1955

This survey was undertaken in cooperation with the representative of the Ministry of Health. In the barracks, metal and tarpaulin covered huts and sheds, there were counted about a 100 flies per structure. Since the human faeces in field type privy pits in the camp were suspected as breeding source of the flies, several samples of faeces were taken from these cesspits but no breeding was found. But near one of the privies, the pit of which was already full, the earth around was soaked with urine and liquids from the faeces, and housefly larvae were found in earth around the privy, though not in great concentrations. These sources could, however, not be sufficient for the great number of flies found in the camp. Searching for breeding sites in the vicinity of the camp, the following interesting phenomenon was seen. From a nearby water reservoir situated on a hill, a constant overflow had formed ditches in the sandy terrain. Inside some of the ditches there was found a black viscious liquid, which derived from droppings of cow herds passing frequently through this area. Through the leakage from the water reservoir these droppings had acquired a liquid consistence, which was very suitable for supporting a very dense larval breeding. Indeed, on the black liquid a skin had formed under which there were moving larvae in unbelievable concentrations. In other ditches and near the reservoir there were cow pats, which though constantly wetted somewhat retained their form and also contained heavy breeding.

k. Villages of the minorities in all parts of the country

k–1 Kalansauva (in the so-called little triangle, near the city of Natanya), 3. 5. 1955

No adult flies were found on this visit. The Arab inhabitants used to remove daily the manure of domestic animals and the refuse from the yards and to pile them up in little conical heaps on the fringe of the road along the fields. The outer layer of these heaps dried out very quickly and there formed a hard surface, which generally prevented breeding. Searching in a great number of the heaps, there was found only one, with a somewhat soft outer layer (mixed cow and goat manure), which harboured some larval breeding.

Kalansauva revisited on 13. 12. 1955

The general impression was the same as on the first visit. There were only very few, isolated flies in houses and animal quarters. Again, only from one of the numerous heaps (see above) examined, young flies were hatching.

k–2 Taibe (little triangle), 3. 5. 1955

Also in this Arab village the manure was removed daily and piled in heaps near the fields. In a yard in which there was sheep manure and in another one with horse manure there was found no breeding. In a refuse pit in the centre of the village (contents – remnants of food, garbage, cow manure, horse manure etc.) there were found low concentrations of larvae and pupae till a profundity of 40 cm.

k–3 Tira (little triangle), 3. 5. 1955

This Arab village was made up of one very clean and beautiful part, while the other half was less clean. Also here the manure was taken out daily to the fields. Nowhere in the two parts of the village could we locate any larval breeding.

k–4 Abu-Gosh (on the Jerusalem highroad), 23. 3. 1955

Though parts of this Arab village were very clean, we visited the part situated on a hill on the right side of the Tel-Aviv-Jerusalem highroad, which was rather neglected. In the houses situated higher up, the refuse was thrown into the yards of the houses and flushed out through holes or breaches (Fig. 9) in the walls surrounding the yards. This "rivulet" made up from the refuse of many houses terminated in a sand heap impregnated thus with organic material which supported enormous concentrations of housefly larvae. Nearly

in every yard there could also be seen human faeces, which were covered by heavy clusters of flies.

In the highest part of the village there was a structure consisting of a single room, which served as defaecating site for the inhabitants of the surrounding houses. On the floor, in a high layer of faeces, there were present housefly larvae and pupae. It was interesting to note that notwithstanding the intense breeding encountered, there were very few flies in the houses proper. This was due to the fact that the dwellings were constructed with very thick stone walls (so-called Arabian mode of building) and small windows and consequently it was dark and cool inside the houses.

Fig. 9. Breach in wall as outlet for refuse in a village of the minorities

There were no privies and defaecation took place at random sites (see above) or more commonly in the field.

k–5 Kafar-'Ara (in the Wadi'Ara, near the town of Afula), 19. 6. 1955

Though it was a very hot summer day, there were seen only very few adult flies. The manure of the domestic animals (cow, mule, horse, goat) was either taken out daily to the fields or was spread for drying on the roofs of the houses and later served as fuel (for baking). There were no privies and defaecation took place in the fields. Searching in this small village for three hours, not neglecting also the manure on the roof of the houses, we did not succeed in finding any breeding.

k–6 Ein-Ibrahim (Wadi 'Ara), 19. 6. 1955

The same findings as in Kafar 'Ara (see above).

k–7 Musmus (Wadi 'Ara), 19. 6. 1955

The same findings as in Kafar 'Ara (see above).

k–8 The camp of the Beduin tribe of Sheikh Sulaiman, (near Kibbuz Shuval in the Negev), 26. 7. 1955

A huge encampment of Beduin tents around a centre consisting of stone buildings. Each family had goats and camels. There were no privies and defaecation took place in the field. There was found no breeding and there were only very few flies, which according to the opinion of the Sheikh, came from the nearby *Kibbuz* of Shuval.

k–9 'Osphiya (near Haifa), 2. 10. 1955

The inhabitants of this village were Christian Arabs and Druses. Several houses we visited were very well kept and had a neat interior. Many flies were attracted to the houses, especially when the inhabitants sat down for a meal. "Lindol" and DDT-kerosene sprays were in common use. The Druses had cows which were all the day on the meadows. There was no breeding in the barns. Nearly all the Christians grew hogs, in the manure of which there was found very strong breeding.

k–10 Mijgdal-Krum (on the Akko—Zfat highroad), 10. 10. 1955

The conditions in this village reminded us of those of the villages in the Wadi 'Ara *(k–5, k–6, k-7)* and the manure was dried on the roof for use as fuel. Though there was

quite a number of flies in the rooms, we did not succeed in locating the breeding sites in the village. Perhaps some very small but diffuse breeding sites were responsible for the houseflies in the village.

k–11 Rama (on the Akko—Zfat highroad), 20. 10. 1955

There were not many flies about. In the houses there were seen very few flies. In a barn we visited there were some flies, mainly resting on strings hanging from the ceiling. The sewage system of the village seemed somewhat faulty.

The Christians in the village rose swine; we counted about 10 flies per hog. The swine manure was spread out daily on the fields. One of the common breeding sites encountered was the following: water, admixed with urine and some manure, flushed out of the hog pens situated on slopes, was running down among the rocks and in the sludge-impregnated earth a dense breeding was found.

k–12 'Ilbon (Bet-Natufa valley), 20. 10. 1955

This is a village of Christian Arabs in which a part of the inhabitants raises swine. In the swine manure there was found heavy fly breeding.

k–13 Tur'an (Bet-Natufa valley), 13. 12. 1955

During this visit, which took place in the winter, there were noted many adult flies, resting on doors and walls slightly heated up by the sun, and near the well, while even more were seen in the dwellings. Breeding of intermediate size was found in the manure piles, which contained a mixture of cow, horse and goat manure. The breeding was concentrated to great extent and far more dense in that part of the manure consisting of cow manure.

k–14 Kafar-Kana (near Nazaret), 20. 10. 1955

This village made a somewhat neglected impression. The villagers complained about a severe housefly plague even in the winter. The Christians of the village rose swine in very neglected and dirty pens. The manure was dumped in many points in the village and at each of these sites there was a heavy breeding and therefore hundreds of flies were resting on walls warmed by the rays of the sun.

E. Discussion, Recommendations and Conclusions

1. Cow barn and cow manure

The following seemed to constitute factors in larval breeding in cow manure piles with subsequent adult infestation.

a. The cow barn

(1) The topographical situation of the cow barn
(2) Cleanliness of the barn
(3) The deep bedding cow shed

b. The cow manure pile

(1) Initial construction of the pile and its erection
(2) Spreading of the fresh manure on the pile
(3) Covering of the pile with straw
(4) Sprinkling the pile, or its wetting by ichor flowing out of the barn
(5) Distance of the manure pile from the barn
(6) Addition of kitchen garbage to the manure pile.

a. (1) The topographical situation of the cow barn is of utmost importance. A barn, through which a constant wind is passing, generally has a low number of flies. This often happens when the barn is situated on a hill over which the wind is blowing (see e. g. Maayan-Baruch, *a–4*, Tel-Chai, *a–6*, Bar-Am, *b–6* etc.). The same is seen, when the barn in a village on the beach is open to the winds from the sea (Maagan-Michael, *e–2*).

a. (2) Cleanliness of the barn and its adequate and well functioning canalization have very great importance. But they are in no way sufficient to reduce housefly breeding if the manure pile is kept in a disorderly state.

a. (3) Deep bedding sheds and yards generally generate much less flies than manure heaps. Especially few flies hatch from places where the animals stand or move about most of the day (pupae are destroyed by the tread of the animals). In the yards larval breeding may go on undisturbed only near the watering trough, and at the fringes of the yard, where animals do not tread.

The importance of this type of manure deposits for fly breeding is in direct proportion to their area. The more open the shed is (preferably only roof on some supports) the better the manure in these structures dries out.

b. (1) It is of greatest importance to have the manure pile constructed with a well sized pit to collect the liquids seeping out of the manure, otherwise the formations of puddles will bring about strong larval breeding. The walls of the pile should be well pressed and built and preferably supported with wooden walls.

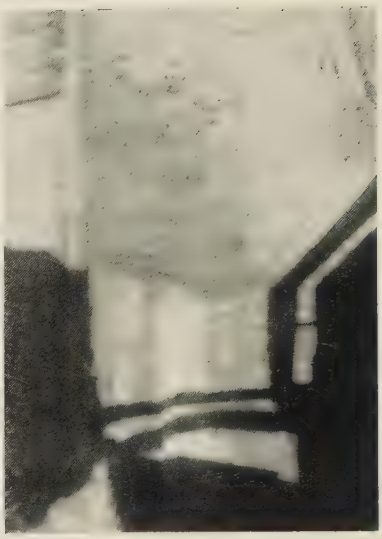
b. (2) We noted that spreading the daily manure on a great surface of the pile was less favouring housefly breeding than adding the manure in cubic structures. Spreading and rotation in placing the fresh manure on the pile probably gave a better chance for drying out.

b. (3) Covering the daily fresh layer of manure with an at least 20 cm thick layer of straw, is one of the most important steps in reducing breeding. For the same purpose there can serve also earth, peat and other materials (see above, Part C, Section 9). The coverage with a layer of 15–20 cm of straw probably makes it difficult or impossible for the fly to reach the breeding medium for egg laying and also raises the fermentation temperature in the pile by insulation.

b. (4) We have stressed the importance of artificial wetting of the manure piles in augmenting and prolonging their fly breeding potential, throughout this report. Indeed it can be noted in this study, that while in many Arab villages with primitive farming systems most of the manure is taken out to dry on the outskirts of the village and thus hardly contains any breeding, in the modern Jewish communal settlements with intensive farming, manure is one of the most important byproducts of animal husbandry, is therefore piled in huge quantities and is sprinkled with water in order to slow down the fermentation. Enormous housefly breeding is one of the results of these procedures which are, however, much more efficient from the agricultural point of view (cf. also Mer, 1954). It goes without saying, that the worst infestations are found in disorderly cow manure piles (Fig. 10) onto which liquid manure is flowing from the barn due to faulty installations. Also the ichor trickling from manure piles onto the earth is very favourable to housefly breeding.

Fig. 10
The results of a disorderly cow manure pile

a. Badly arranged pile



b. Houseflies resting on ceiling of cow barn

c. Houseflies on cattle

d. Houseflies on cattle (note concentration near eyes and on dark spots)

b. (5) Generally the further the manure pile was removed from the barn, the weaker was the breeding.

b. (6) Addition of kitchen garbage to the cow manure pile prolongs the breeding capacity, since these rests very often dry out only after months and serve as source of moisture.

To illustrate the influence of some of these factors, e.g. b. (3), straw coverage, we should like to mention Sdeh-Nachum *(d–7)*, in which there was found no larval breeding at all in manure piles well covered with much straw, and only few flies on cows. It is also of interest to compare between Shluchot *(d–8)* and Tirat-Zwi *(d—9)*, both in the Bet-Shean Valley, which, with its extremely high temperatures in the summer, is an ideal place for

heavy fly breeding. At Shluchot the cow manure pile was covered with a considerable quantity of straw and there was only an intermediate number of flies per cow, notwithstanding the very hot climate of the Bet-Shean Valley. In the nearby Tirat-Zwi, in which the manure pile was very near to the barn, neglected, not covered with straw and surrounded with puddles (leakages from the manure), there were thousands of flies per cow. How, by consideration of various factors, good results could be obtained in keeping low the number of flies even in very hot areas, was seen at Gesher (*d–14*, Jordan Valley). The barn was very clean [a. (2)], the manure pile well arranged [b. (1)], covered with very much straw [b. (3)] and its distance from the barn was about 100 metres [b. (5)]. The result was a low number of flies per cow at Gesher (10–20), notwithstanding the hot climate of the locality.

Fly breeding was in general much lower in settlements having only deep bedding cow sheds (though there were some exceptions also to this). As example of low infestation, once again Maagan Michael *(e–2)* is cited, which was moreover favoured by a constant wind blowing from the sea. There was found no breeding in cow sheds and yards even after a protracted search. In the manure piles only old, burnt out manure was kept. Larval breeding was restricted to the calf den. The number of flies per cow was approximately 5. A similar picture was seen at Ein-Shemer *(e–3)* and several other places.

2. Chicken coops and poultry manure

Chicken coops in Israel, especially those of the battery system, represent a severe fly problem in certain seasons of the year. The breeding is strongest where young chicks are raised. No efforts should be neglected to ensure quick drying out of the poultry droppings by construction of well aerated coops and the prevention of penetration of rain or other water. Of special importance is the reparation of leaking drinking faucets in coops. Of great help is also spreading of crude phosphate rock, ground limestone, superphosphate or peat in coops.

It is hardly conceivable, though, that these measures could cope completely with the fly infestation caused by chicken manure in battery system coops, so widerspread in Israel. The experiments of Rosen and Gratz (1959) have shown organo-phosphorus dry sugar baits to be effective between ten to twelve days in chicken coops of the battery type in Israel. Removal of the chicken droppings from the coops twice weekly and their covering with earth would be the most effective measure, but this seems to represent too much additional work.

It should finally be noted that in "deep bedding" poultry houses (the litter being generally sawdust), in which the chicken are running about freely, there was never found any breeding.

3. Hog pens and swine manure

The fly problems arising in this connection in Israel are not insurmountable, due to the little extension of swine breeding in the country. Supervision on

cleanliness of pigsties and especially efforts to ensure a speedy drying out of pig manure (on which then forms a very hard crust) should be sufficient to deal with this breeding source.

4. Manure of other farm animals

From all this survey it may be concluded, that these manures do not constitute important housefly larval breeding sources in rural Israel unless wetted artificially.

5. Garbage and food residues in rural areas

The heavy breeding encountered so often in garbage in rural areas can be counteracted only by proper handling of the garbage, i.e. either daily burning, burying in sanitary fills, or daily covering with a thick layer of soil. If compost piles are made up, they should be well covered with a layer of earth of at least 20 cm thickness.

6. Earth impregnated with organic matter, sludge, slop etc.

This was found to be an important, diffuse breeding source in various localities. Though concentrations of larvae at one point seem always to be small, the number of flies generated by this type of source over a big area may be quite impressive.

7. Human faeces

This is generally not a conspicuous breeding source in rural Israel, outside, random defaecation being uncommon, especially in Jewish villages and settlements (for exceptions, see Part D).

Latrines and field type privies should be made flyproof.

8. Education and instruction

Sanitary measures limiting the breeding possibilities for houseflies are of primary importance. Owing to the favourable climatic conditions and the numerous sites offered to flies for breeding, particularly in rural areas, fly multiplication in Israel is enormous and it is quite out of question that the problem can be tackled by insecticides only. It is therefore of greatest importance to make the farmer "fly conscient". He should be aware not only of the irritation by the housefly settling on him during working and resting hours and of the danger of flies transmitting human diseases, but also that the fly nuisance in barns causes loss of meat in cattle, loss and contamination of milk, pollution of foodstuff, chicken diseases etc. Much could be done in this direction especially by the agricultural experts, by advising not only how to produce the best and the greatest quantity of manure, but also how to concurrently keep housefly breeding within reasonable limits.

Summary[9]

The work deals with observations, incidental to collection of housefly larvae for a resistance survey, at breeding sites in rural Israel. Descriptions of these findings are accompanied by considerations on the nature of manure, its handling procedures in general and in Israel in particular. The necessity of adopting manure handling methods, which however often favour housefly breeding, is discussed.

In Part A of the paper, the country, its climate and the types of rural settlements and villages are described after some introductory remarks.

In Part B functions of manure, properties of different manures and the plant food content of fresh and rotted manure are examined. There are also described the losses of plant food liable to occur in manure and how they can be prevented at least partially.

Part C is dedicated to a detailed examination of the specific manure handling procedures in use in Israel.

In Part D the most common rural housefly breeding sites are first treated at length. This is followed by the findings of the housefly survey in all the localities visited in the country.

Part E contains a discussion of these findings with some recommendations of how to reduce housefly breeding in various manures under Israeli conditions.

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit enthält Beobachtungen über die ländlichen Brutstätten der Hausfliege in Israel. Die Beobachtungen wurden gelegentlich einer Materialsammlung für Resistenzbestimmungen gemacht. In diesem Zusammenhang haben wir uns mit den Problemen der Hauptbrutstätten der Fliegen auseinandersetzen müssen: mit den Misthaufen, mit den Eigenschaften des Mistes und mit dessen Behandlungsmethoden im allgemeinen und mit den in Israel angewendeten im besonderen. Es wurde hierbei hervorgehoben, daß die vom landwirtschaftlichen Standpunkt aus erwünschte Mistkonservierung in Israel oft den Anstieg der Fliegenpopulation begünstigt.

Im Kapitel A werden, nach einigen einführenden Bemerkungen, Angaben über das Land, sein Klima und die Siedlungsformen mitgeteilt.

Kapitel B behandelt die Aufgabe des Mistes, die Eigenschaften von Mist verschiedener Herkunft und den Gehalt an pflanzlichen Nährstoffen im frischen und im verrotteten Mist. Die Verluste an pflanzlichen Nährstoffen, die während der Konservierung eintreten, und die Wege der wenigstens teilweisen Verhinderung dieser Vorgänge werden ebenfalls erörtert.

Im Kapitel C wird das in Israel übliche Vorgehen bei der Mistverrottung und Konservierung im einzelnen beschrieben.

Im Kapitel D werden die häufigsten Brutstätten der Fliegen geschildert. Dann folgen die Beobachtungen, die während unserer Untersuchungen in allen Teilen des Landes gesammelt wurden.

[9] The illustrations in figs. 1, 2, 3, 10 c, 10 d were kindly put at our disposal by the Division of Sanitation of the Ministry of Health, Jerusalem, Israel.

Im letzten Kapitel werden die Ergebnisse diskutiert und einige Hinweise gegeben, wie man die Fliegenbrut im Mist unter den israelischen Bedingungen eindämmen könnte.

Bibliography

Arditti, A. (1956): "Hasewel Haorgani" (Organic manure), Booklet issued by the Agricultural Extension Service, Hakirya, Tel-Aviv 1956; 23 pp. (in the Hebrew language).

Ascher, K. R. S., with the technical aid of Ben-Shmuel, A. (1956): "A report on the problem of housefly breeding in rural areas of Israel", (mimeographed), 27 pp. (in the Hebrew language).

Ascher, K. R. S., with the technical aid of Ben-Shmuel, A. (1956 a): Tavruah (Sanitation, Jerusalem), **9**, 21 (in the Hebrew language).

Ascher, K. R. S., with the technical aid of Ben-Shmuel, A. (1958): Acta tropica **15**, 1.

Ascher, K. R. S., with the technical aid of Roch, D. (1957): Riv. Parassit., **18**, 113. *Part I.*

Bodenheimer, F. S. (1931): Z. angew. Ent., **18**, 492.

Eltringham, H. (1916): J. agric. Sci., (Cambridge) **7**, 443, cited by West, L. S. (1951), p. 176.

Feldman-Muhsam, B. (1942): "Studies on the ecology of the Levant housefly *(Musca vicina)*", Ph. D. thesis, Jerusalem 1942 (in Hebrew with English summary).

Feldman-Muhsam, B. (1944): Bull. Ent. Res., **35**, 53.

Gratz, N. G., Rosen, P., und Ascher, K. R. S. (1957): Riv. Parassit., **18**, 123. *Part II.*

Hafez, M. (1941): Bull. Soc. Fouad Ier Ent., **25**, 163.

Hafez, M., and Attia, M. A. (1958): Bull. Soc. Ent. Egypte, **42**, 83.

Hafez, M., and Attia, M. A. (1958a): Bull. Soc. Ent. Egypte, **42**, 123.

Hafez, M., and Attia, M. A. (1958b): Bull. Soc. Ent. Egypte, **42**, 275.

Madwar, S., and Zahar, A. R. (1951): Bull. Wld. Hlth. Org., **3**, 621.

Madwar, S., and Zahar, A. R. (1953): Bull. Wld. Hlth. Org., **8**, 513.

Mellor, J. E. M. (1919): Ann. Appl. Biol., **6**, 53, cited by West, L. S. (1951), p. 176.

Mer, G. G. (1953): Bull. Wld. Hlth. Org., **8**, 521.

Mer, G. G. (1954): First International Symposium on the control of insect vectors of disease, Rome 1954, Suppl. to Rend. Ist. Sup. Sanità, p. 201–218.

Mer, G. G., and Cwilich, R. (1956): Riv. Parassit., **17**, 209.

Mer, G. G., and Cwilich, R. (1957): Riv. Parassit., **18**, 35.

Millar, C. E., and Turk, L. M. (1951): "Fundamentals of soil science", John Wiley & Sons Inc., New York, 1951, second edition.

Robertson, J. (1917): Public Health (London), **30**, 245, cited by West, L. S. (1951), p. 180.

Rosen, P., and Gratz, N. G. (1959): Bull. Wld. Hlth. Org., **20**, 841.

Silverman, P. H., and Mer, G. G. (1952): Riv. Parassit., **13**, 123.

Shutt, F. T., and Wright, L. E. (1931): "Manures and fertilizers, their nature, functions and application", Dominion of Canada Department of Agriculture, Bulletin No. 145, Ottawa 1931.

Shutt, F. T., and Wright, L. E. (1933): "Peat, muck and mud deposits", Dominion of Canada Department of Agriculture, Bulletin No. 124, Ottawa 1933.

Steich, H. (1956): "Report on fly control in Israel, 30 November – 12 December 1955", World Health Organization, Regional Office for the Eastern Mediterranean, EM/ES/11 of March 1956.

West, L. S. (1951): "The housefly, its natural history, medical importance and control", Comstock Publishing Co., Ithaca, New York, 1951.

Aus der Abteilung Pflanzenschutz der Bayerischen Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, München

Beiträge zur Biologie und ökonomischen Bedeutung räuberisch lebender Käferarten

Beobachtungen und Versuche zur Überwinterung, Aktivität und Ernährungsweise der Laufkäfer *(Carabidae)* (Teil III)

Von Ferdinand Scherney

Mit 1 Abbildung

Die im Jahre 1954 durchgeführten Beobachtungen und Versuche mit Carabiden (7) wurden in den Jahren 1955 mit 1957 fortgesetzt und neue Versuche hinzugenommen. So waren das Problem der Überwinterung der Carabiden auf den Feldern zu klären, durch Tag- und Nachtfangversuche die eventuellen Unterschiede in der Aktivität der Käfer festzustellen und die im Jahre 1954 durchgeführten Fütterungsversuche weiterzuführen.

Alle Beobachtungen und Versuche wurden auf dem Versuchsgut Puch bei Fürstenfeldbruck Obb., der Bayer. Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, München, vorgenommen[1].

A. Über die Winterlager der Carabiden

Die Winterlager der Carabiden sind noch recht wenig erforscht. Bei den Laufkäfern der Gattung *Carabus* wurde bisher angenommen, daß die Winterlager dieser Käfer wohl vornehmlich im Wald oder in den Waldrändern zu finden seien. Diese Annahme ist nicht unberechtigt, da besonders die Groß-Caraben im Verhältnis zu ihrer Körpergröße relativ große Wegstrekken zurücklegen können. Burmeister (2) zum Beispiel gibt als Winterlager bei *Carabus auratus* L., *C. granulatus* L., *C. cancellatus* Illig., *C. ullrichi* Germ. und *C. violaceus* L. bzw. *purpurascens* Fbr. nur bei *C. auratus* an, daß diese Art unter anderem im Boden überwintert. *Carabus granulatus, C. cancellatus* und *C. violaceus* sollen in Baumstümpfen, unter Moos und unter Rinden alter Bäume *(C. granulatus)* ihre Winterlager beziehen. Unter der

[1] Die Untersuchungen wurden durch dankenswerte Bereitstellung von Mitteln von seiten des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten ermöglicht. Herrn Oberregierungsrat Prof. Dr. K. Böning danke ich für die mannigfaltigen Anregungen und stete Förderung der Arbeiten.

Angabe bei *C. granulatus* „zwischen Pflanzenwurzeln (Kartoffel)" dürfte wohl abgelegtes Kartoffelkraut zu verstehen sein. Bei *Carabus ullrichi* wurden keine Hinweise gegeben. Sonderbarerweise wurde bei den auf unseren Feldkulturen während der Vegetationsperiode (April mit Oktober) zum Teil sehr häufig vorkommenden *Carabus*-Arten (Scherney, 7, 9) wie *C. granulatus* und *C. cancellatus* und den in etwas geringerer Anzahl vorkommenden *C. ullrichi* und *C. violaceus* bzw. *purpuracens* der Boden als Winterlager nicht erwähnt. Da einerseits in vielen Fällen die Waldungen sehr weit von den Feldern entfernt liegen, anderseits freistehende Bäume und Strauchgruppen nur sehr spärlich vorhanden sind, können die Winterlager der Groß-Caraben unmöglich alle im Wald liegen. Um diesem Problem näherzukommen, wurden im Spätherbst der Jahre 1955 und 1956 im Waldrand sowie auf verschiedenen waldnah und waldfern gelegenen Feldern Bodenausgrabungen vorgenommen und außerdem vom zeitigen Frühjahr bis zum Sommer der Jahre 1956 und 1957 diesbezügliche Untersuchungen mit Hilfe von in den Erdboden eingesetzten Blechrahmen auf verschiedenen Feldern durchgeführt.

1. Bodenausgrabungen

Im *Waldrand* konnten ab Mitte Oktober von der Gattung *Carabus* nur Käfer der Art *C. granulatus* ausgegraben werden, die sich zum größten Teil vergesellschaftet, 14 bis 63 Stück, zwischen den größeren Wurzeln von Baumstrünken vergraben und zur Überwinterung versammelt hatten. Von anderen Carabiden-Arten, die zum Teil, wie *Pterostichus vulgaris* L. und *Harpalus pubescens* Müll., als Larve oder auch als Imago im zweiten Lebensjahr überwintern, konnten einige Exemplare bei den Wintersammelplätzen von *Carabus granulatus* gefunden werden. *Pterostichus cupreus* L. – diese Art überwintert als Imago – konnte verschiedentlich unter der Rinde vermorschter Baumstümpfe und unter dicken Moospolstern festgestellt werden.

Da *Carabus granulatus* nach den Untersuchungen von Tischler (11) während der Vegetationsperiode nur vereinzelt im Wald angetroffen wird, dürfte die Tatsache bestehen, daß die im Spätherbst ausgegrabenen Käfer dieser Art hauptsächlich zu den Feld-Carabiden gehören und nur wegen des bevorstehenden Winters in die acht bis zehn Meter breite Waldrandzone eingedrungen sind. Im Gegensatz hierzu kann es sich bei *Pterostichus vulgaris* zum Teil auch um Wald-Carabiden handeln, da dieselben nach Tischler (11) auch in der äußeren Waldregion während der Vegetationsperiode zahlreich vorkommen, während *Pterostichus cupreus* und *Harpalus pubescens* höchstens am Außenrand des Waldes anzutreffen sind.

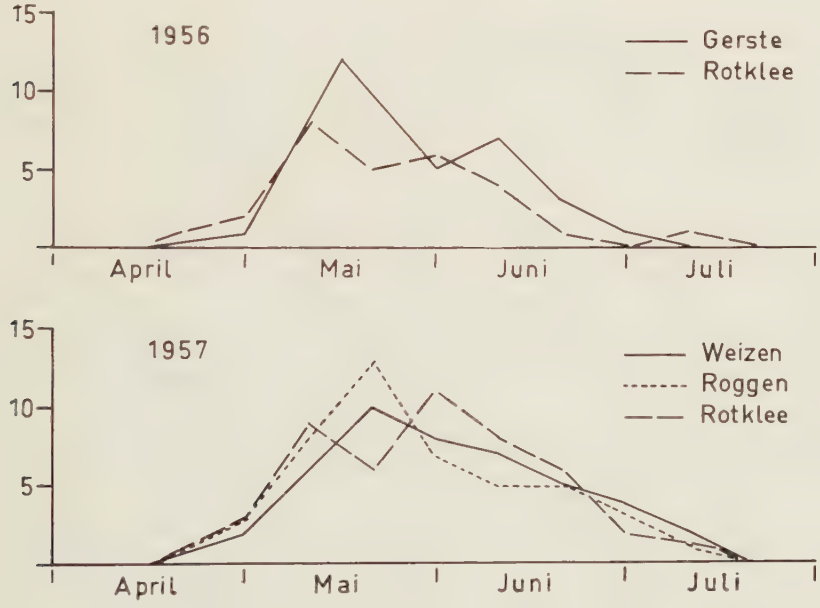
Auf *waldnahen Feldern* wurde an zehn Punkten je $^1/_2$ cbm (= 1 qm Fläche, 50 cm Tiefe) Ackerboden ausgehoben. In diesem ausgehobenen Erdreich von einer Gesamtfläche von 10 Quadratmetern wurden insgesamt 4 *Carabus auratus*, 3 *C. granulatus*, 5 *C. cancellatus* und 2 *C. ullrichi*, also 14 Groß-Caraben festgestellt. Von den kleineren Carabiden konnten 14 *Pterostichus vulgaris*, 9 *Pt. cupreus* und 8 *Harpalus pubescens* gezählt werden. Fast durchweg befanden sich die gefundenen Käfer in einer Tiefe von 30 bis 35 cm (Lehmboden).

Auf *waldfernen Feldern* wurde ebenfalls an zehn verschiedenen Orten je $^1/_2$ cbm Ackerboden ausgehoben und durchsucht. In den oberen Boden-

schichten (bis zu 25 cm Tiefe) wurde kein größerer Laufkäfer, sondern nur kleinere wie *Agonum mülleri* und *Ag. dorsale* festgestellt. Ab 25 bis 50 cm Tiefe fanden sich insgesamt 5 *Carabus auratus*, 2 *C. granulatus*, 7 *C. cancellatus*, 3 *ullrichi*, 1 *C. purpurascens*, insgesamt 18 Groß-Caraben, außerdem noch 12 *Pterostichus vulgaris*, 8 *Pt. cupreus* und 15 *Harpalus pubescens*. Obwohl der Lehmboden ziemlich fest war, hatten sich die Käfer der Gattung *Carabus* 40 bis 45 cm tief eingegraben.

In den *Feldrainen* der *waldfernen* Felder konnten an zehn verschiedenen Orten mit ebenfalls 10 m² Fläche bis zu einer Tiefe von 50 cm (Lehmboden) zusammen 3 *Carabus auratus*, 4 *granulatus*, 23 *C. cancellatus*, 5 *C. ullrichi*, insgesamt 35 Groß-Caraben ausgegraben werden. Weiterhin wurden 18 *Pterostichus vulgaris*, 11 *Pt. cupreus* und 13 *Harpalus pubescens* gefunden.

Das Ergebnis dieser Ausgrabungen läßt darauf schließen, daß die Carabiden ihre Winterlager nicht nur in den Waldrändern oder unter einzelstehenden Bäumen und Sträuchern, sondern auch im Ackerboden und in den Feldrainen suchen. Außerdem dürfte die Feststellung von Interesse sein, daß in den waldfernen Feldern (53) und in den Feldrainen derselben (77) mehr Carabiden als in den waldnahen Feldern (45) gefunden werden konnten. Demzufolge dürfte bei waldnahen Feldern zum Teil eine gewisse Abwanderung in die Waldrandzone vorliegen.



Aus je 8 m² Bodenfläche hervorgekommene Laufkäfer der Gattung *Carabus*

2. Untersuchungen mit Hilfe von Blechrahmen

Zu Beginn der Vegetationsperioden, Frühjahr 1956 und 1957, als sich in den aufgestellten Fanggläsern, die zum Zwecke der Feststellung des jahreszeitlichen Erscheinens und der Populationsdichte der Carabiden während der gesamten Vegetationsperiode in zeitlich regelmäßigen Abständen abge-

sammelt wurden (Scherney, 7, 9), noch keine Carabiden fingen, wurden auf verschiedenen Feldern (Lehmboden) 4 Quadratmeter mit Blechrahmen aus verzinktem Eisenblech abgegrenzt. Eine Fläche von 4 qm wurde gewählt, da durch die Fangergebnisse auf den Feldern 1954 und 1955 bzw. 1956 eine durchschnittliche Bevölkerungsdichte von drei Laufkäfern der Gattung *Carabus* auf zwei Quadratmeter errechnet wurde, so daß bei nur einem Quadratmeter zufällig kein *Carabus* vorhanden sein könnte.

Die Blechrahmen waren 30 cm hoch und wurden 10 cm tief in den Erdboden eingegraben. Beiderseits der Blechwände wurden während der gesamten Untersuchungszeit in einem Abstand von 20 cm alle Pflanzen entfernt, um ein Überwandern der Laufkäfer zu verhindern. In die von den Rahmen umgrenzte Fläche wurden je vier Fanggläser gegeben und außerdem die jeweilige Fläche noch augenscheinlich kontrolliert, um alle aus dem Erdboden hervorkommenden Carabiden zu erfassen.

Von den wirtschaftlich bedeutenderen Arten werden in der nachfolgenden Aufstellung nur die Käfer der Gattung *Carabus* erfaßt. Von diesen konnten solche mit vollständig entwickelten Hautflügeln bisher (1954 mit 1957) im vorliegenden Untersuchungsgebiet nicht festgestellt werden. Je Feld wurden in zwei Blechrahmen zu 4 qm, also auf einer Gesamtbodenfläche von 8 qm, in der Zeit vom 10. April bis 20. Juli (1957 bis 15. Juli) folgende Käfer erbeutet:

Kultur	Lage zum Wald	*Carabus* *auratus*	*granulatus*	*cancellatus*	*ullrichi*	*purpurascens*	Zusammen
			1956				
Gerstenfeld	waldnah	1	20	6	2	0	29
Rotkleefeld	waldfern	5	10	10	2	1	28
			1957				
Roggenfeld	waldnah	6	18	22	0	0	46
Weizenfeld	waldfern	5	22	16	1	0	44
Rotkleefeld	waldfern	12	14	17	3	0	46

Aus je einem Quadratmeter Bodenfläche entschlüpften demnach im Jahre 1956 in 101 Tagen aus dem waldnahen Gerstenfeld 3,6, aus dem waldfernen Rotkleefeld 3,5 Käfer der Gattung *Carabus*. Im Jahre 1957 konnten je Quadratmeter Bodenfläche in 96 Tagen aus dem waldnahen Roggenfeld 5,7, aus dem waldfernen Weizenfeld 5,5 und aus dem waldfernen Rotkleefeld 5,7 Groß-Caraben gezählt werden.

Dieses Ergebnis zeigt noch deutlicher als die Bodenausgrabungen, daß die oben angeführten Carabiden nicht unbedingt ihre Winterlager im Wald suchen, sondern daß sie überall im Boden den Winter verbringen. Weiterhin konnte festgestellt werden, daß die Carabiden nicht zur gleichen Zeit den Erdboden verlassen, sondern daß sie nach und nach erscheinen. So konnte zum Beispiel im Jahre 1956 beobachtet werden, daß die ersten Käfer der Art *Carabus granulatus* am 24. April, die letzten am 4. Juli, die ersten von *C. cancellatus* am 25. April, die letzten am 12. Juni an der Bodenoberfläche auftauchten. *Carabus auratus* und *C. ullrichi* verließen von Mitte Mai bis Anfang Juni ihre Winterlager. Im Jahre 1957 lag die Zeit des Erscheinens der Käfer der Gattung *Carabus* etwas auseinander, aber doch so, daß ihr zahlenmäßiges Maximum in der zweiten Hälfte des Monats Mai eintrat.

B. Untersuchungen zur Tag- und Nachtaktivität der Carabiden

Um Unterschiede in der Lebensweise der Carabiden hinsichtlich Tag- oder Nachtraubzeit feststellen zu können, wurden auf neun Quadratmetern 18 Fanggläser ausgesetzt, und zwar so, daß immer je zwei Fanggläser unmittelbar nebeneinander standen. Jeweils um 6 Uhr und um 18 Uhr wurden die Öffnungen der Nacht- bzw. der Tagfanggläser verschlossen. In 36 Tagen (25. Juli mit 29. August 1956) fingen sich insgesamt 551 Carabiden, davon 251 bei Tag und 300 bei Nacht.

Die Auswertung der Fangzahlen nach der Formel $m = \pm \frac{P0\% \cdot P1\%}{n}$ (wo P0% und P1% die ermittelten Prozentzahlen, n die Summe der Tiere sind) ergab:

	Carabus granulatus	*Carabus cancellatus*	*Pterostichus vulgaris*	*Harpalus pubescens*	*Agonum mülleri*	*Agonum dorsale*
Tagfänge	66,6%	54,9%	33,0%	40,9%	41,4%	47,3%
Nachtfänge	33,4%	45,1%	67,0%	59,1%	58,6%	52,7%
m =	19,3	4,68	4,5	4,69	6,61	4,95

Aus dieser Aufstellung ist ersichtlich, daß es sich bei diesen Carabidenarten keineswegs nur um Tag- bzw. nur um Nachttiere handelt, da die ermittelten Zahlen zum größten Teil innerhalb der Fehlergrenze, zum kleineren Teil fast unmittelbar daneben liegen.

Auf Grund dieser Berechnungen kann gesagt werden, daß die oben angeführten Carabiden-Arten die Tendenz zeigen, zur Tages-, Dämmerungs- und Nachtzeit auf Raub auszugehen. Dies deckt sich auch mit den durchgeführten Freilandbeobachtungen, bei denen die Mehrzahl der Carabiden-Arten zu jeder beliebigen Tages- und Nachtzeit auf den Feldern umherlaufend anzutreffen waren, entgegen der Annahme von BURMEISTER (2) und anderen, daß die „Laufkäfer" mit wenigen Ausnahmen (*Carabus auratus, Amara*-Arten) Nacht- bzw. Dämmerungstiere sind, die tagsüber in Erdverstecken unter Steinen, Laub, Moos, Holzstücken, losen Baumrinden usw. ruhen. Diese Festlegung beruht wahrscheinlich darauf, daß bei Feldbegehungen der Faktor der Bodenerschütterung außer acht gelassen wurde. Tatsächlich ist es so, daß die meisten Laufkäfer bei der geringsten Bodenerschütterung sofort eine geeignete Deckung aufsuchen und sich auf diese Weise dem Auge des Beobachters entziehen.

C. Beobachtungen und Versuche zur Ernährungsweise der Carabiden

1. Beobachtungen zur Nahrungswahl

Die meisten der in Feldkulturen lebenden Carabiden sind rein carnivor. Wenn sich auch einzelne Arten hin und wieder an Früchten oder an anderen Pflanzenteilen vergreifen, so dürfte dies nur als Ausnahmefall anzusehen sein. Nach BRANDT (1) hat z.B. *Carabus auratus* in Bayern lokal Weizenhalme kurz vor dem Ährenschieben dicht über dem Boden abgebissen und

unter extraintestinaler Verdauung dort das Gewebe bzw. Ähren zerkaut. Allerdings herrschte in dem Jahr ein ausgesprochen trockener Sommer, so daß die Käfer die grünen Halme wohl nur wegen ihres Feuchtigkeitsgehaltes anfraßen. Ähnlich dürfte es sich bei einem Fraß an Erdbeerfrüchten verhalten, an denen verschiedene Laufkäferarten festgestellt wurden. Müller (6) beobachtete *Pterostichus vulgaris* und *Harpalus pubescens* als Erdbeerfresser, nach Kirchner (4) fressen *Carabus auratus* und *C. cancellatus* tiefe Löcher in das Fruchtfleisch von Erdbeeren. Meiner Ansicht nach beruht das Fressen von Pflanzenteilen entweder auf dem Fehlen animalischer Nahrung oder zum größten Teil wohl auf dem Feuchtigkeitsbedürfnis der Käfer, so daß pflanzliche Stoffe mehr oder weniger nur als Notnahrung zu betrachten sind. Gersdorf (3) stellte in seinen Versuchen fest, daß die Arten *Harpalus aeneus, H. pubescens* und sogar die als Getreideschädling bekannte Art *Zabrus tenebrioides* frisches Pferdefleisch dem gleichzeitig gereichten Salatsamen vorzogen.

Die im Jahre 1954 (Scherney, 7) begonnenen Fütterungsversuche an *Carabus auratus, C. cancellatus, C. granulatus, Pterostichus vulgaris, Pt. cupreus* und *Harpalus pubescens* wurden im Jahre 1955 mit den Arten *Calathus fuscipes, Nebria brevicollis, Agonum mülleri* und *A. dorsale* weitergeführt.

Calathus fuscipes wird nach Burmeister (2) durch Fressen an Getreidekörnern schädlich, nagt keimende Fichtensamen an und wurde auch an Melonenscheiben (!) beobachtet. Imagines der Gattung *Calathus* finden sich zuweilen auch auf Blüten. Über die Nahrung von *Nebria brevicollis*, wie der Gattung *Nebria* überhaupt, der Gattung *Agonum*, insbesondere der Arten *Agonum mülleri* und *A. dorsale*, war bisher nichts bekannt. Lediglich von der Gattung *Agonum* wird von Burmeister angegeben, daß sie nachts auf Raub ausgeht.

Bei meinen Versuchen wurden frisches und in Verwesung übergegangenes Rindfleisch, Regenwürmer aller Größen, Kartoffelkäfer- und andere Insektenlarven, Schnecken, frische Apfelschnitten, angefaulte aufgestoßene Äpfel, unreife Maiskolben, milchige Getreideähren, Erdbeeren und reife sowie angefaulte Kirschen gegeben. Im allgemeinen wurde beobachtet, daß *Calathus fuscipes* Gze., *Nebria brevicollis* F., *Agonum mülleri* Hbst. und *Ag. dorsale* Pont. vornehmlich frisches rohes Rindfleisch, kleine Insektenlarven und kleinere Würmer zuerst annahmen. An Schnecken wagten sich diese kleinen Käfer, im Gegensatz zu den großen Tieren der Gattung *Carabus*, nicht heran, wahrscheinlich wegen der mit der Schleimabsonderung der Schnecken bedingten Verklebung der Mundteile. Bei vollkommenem Wassermangel, die Carabiden sind im allgemeinen sehr feuchtigkeitsliebend, stillten die Käfer ihren Durst, besonders wenn die dargebotene Fleischnahrung (Rindfleischstückchen) nicht saftig genug war, an der gereichten stark wasserhaltigen Pflanzennahrung. Äußerlich unbeschädigte Äpfel und Kirschen wurden nicht angebissen. Bei reichlicher Wassergabe hingegen wurde durchwegs, also auch von den kleinen Käfern der Gattung *Agonum*, die Fleischnahrung bevorzugt. Bei völligem Wassermangel, nur mit täglich gereichten unreifen Getreidekörnern, befanden sich die Käfer nach ca. 14 bis 20 Tagen in einem fast bewegungslosen Zustand. Ein Teil derselben wurde anschließend in einen Käfig mit zerhackten Regenwürmern übergesetzt, der andere Teil im Käfig mit den unreifen Getreidekörnern belassen. Die ersteren hatten sich inner-

halb eines Tages wieder erholt, während die letzteren nach weiteren 5 bis 6 Tagen, wahrscheinlich wegen Mangel an Wasser, abstarben. Dazu ist zu bemerken, daß bereits BURMFISTER (2) die Käfer der Gattung *Agonum* als äußerst feuchtigkeitsliebende Tiere beschreibt. Auch für die Arten *Nebria brevicollis* und *Calathus fuscipes* werden von BURMEISTER feuchte Orte als Lebensraum angegeben.

2. Qualitative Fütterungsversuche an Carabiden-Larven

Diese Versuche wurden mit Larven des 2. und 3. Stadiums von *Carabus auratus*, *C. granulatus* und *C. cancellatus* durchgeführt. Alle Larven waren ex ovo gezogen. Da nach v. LENGERKEN (5) die Larven noch mehr auf Feuchtigkeit angewiesen sind als die Käfer und auch nässere Stellen des Bodens den trockenen zum Eingraben vorziehen, wurden die Versuchsgefäße (Drahtnetzkäfige mit Bodeneinsatz) der Larven täglich ausgiebiger übersprüht als die der Imagines.

Als Nahrung wurden einerseits kleine Regenwürmer, Insektenlarven, frische und in Fäulnis übergegangene Rindfleischstückchen, andererseits unreife Getreideähren, unreife Maiskörner und frische Apfelschnitten gegeben. Von diesen Nahrungsobjekten wurden durchwegs nur die ersteren genommen und von diesen wurde der *lebenden* Nahrung der Vorzug gegeben. Selbst bei Feuchtigkeitsmangel wurde die Pflanzennahrung verschmäht. Von LENGERKEN (5) gibt als Hauptbeutetier der Larven von *Carabus auratus* den Regenwurm an. Ich kann hinzufügen, daß auch Raupen und andere Insektenlarven wie z. B. Kartoffelkäferlarven, ebenso gerne gefressen werden.

3. Quantitative Fütterungsversuche mit Käfern

Zu Beginn der Versuche wurde das Eigengewicht der Käfer festgestellt. Zu diesem Zwecke wurden jeweils 20 Käfer gewogen. Das Durchschnittsgewicht eines Käfers betrug bei

Calathus fuscipes Gze.	0,061 g	*Agonum mülleri* Hrbst.	0,019 g
Nebria brevicollis F.	0,060 g	*Agonum dorsale* Pont.	0,016 g

Alle Gewichtsangaben (der Käfer und der folgenden Nahrungsmengen) wurden mit einer Torsionswaage ermittelt.

Die von den Käfern in der Versuchszeit aufgenommene Wassermenge konnte wegen Gewichtsminderung durch Verdunstung nicht festgestellt werden. Bei der in folgenden Versuchsprotokollen mit „ohne" bezeichneter Nahrungsmenge soll nicht gesagt sein, daß gar nichts aufgenommen wurde, die Nahrungsmenge war nur jeweils sehr gering; sie betrug höchstens bei 20 Käfern einige Milligramm. Die Käfer nagten nur ein wenig, wahrscheinlich wegen Übersättigung am Vortag, an der dargebotenen Nahrung.

Im folgenden werden als Abkürzungen verwandt: RW = Regenwurm, KKL = Kartoffelkäferlarve.

1. Versuch

Versuchstiere: 20 *Calathus fuscipes*. Versuchsdauer: 15 Tage.
Durchschnittsfraßmenge für einen Käfer am:

1. Tag	Teil eines RW	0,090 g	9. Tag	ohne	
2. Tag	Teil einer Raupe	0,065 g	10. Tag	ohne	
3. Tag	Teil einer KKL	0,080 g	11. Tag	Teil einer Raupe	0,114 g
4. Tag	Teil eines RW	0,071 g	12. Tag	ohne	
5. Tag	Teil einer Raupe	0,086 g	13. Tag	Teil einer KKL	0,065 g
6. Tag	Teil einer KKL	0,090 g	14. Tag	Teil einer Raupe	0,072 g
7. Tag	ohne		15. Tag	Teil eines RW	0,095 g
8. Tag	Teil eines RW	0,095 g		insgesamt	0,926 g

Im Durchschnitt der 15 Tage fraß ein *Calathus fuscipes* täglich 0,062 g; die aufgenommene Nahrungsmenge ist also fast gleich der des Eigengewichtes des Käfers.

2. Versuch

Versuchstiere: *20 Calathus fuscipes*. Versuchsdauer: 15 Tage.
Durchschnittsfraßmenge für einen Käfer am:

1. Tag	Teil einer KKL	0,125 g	9. Tag	eine kleine Raupe	0,105 g
2. Tag	ohne		10. Tag	eine Käferlarve	0,090 g
3. Tag	Teil einer Raupe	0,092 g	11. Tag	ohne	
4. Tag	Teil eines RW	0,056 g	12. Tag	eine kleine Raupe	0,090 g
5. Tag	Teil einer KKL	0,070 g	13. Tag	ohne	
6. Tag	Teil einer Raupe	0,085 g	14. Tag	Teil eines RW	0,082 g
7. Tag	Teil einer KKL	0,065 g	15. Tag	ohne	
8. Tag	Teil eines RW	0,083 g		insgesamt	0,948 g

Ein *Calathus fuscipes* fraß im Durchschnitt täglich 0,063 g, eine Menge, die fast gleich der seines Eigengewichtes ist.

3. Versuch

Versuchstiere: 20 *Nebria brevicollis*. Versuchsdauer 15 Tage.
Durchschnittsfraßmenge für einen Käfer am:

1. Tag	eine kleine Raupe	0,085 g	9. Tag	Teil eines RW	0,054 g
2. Tag	ohne		10. Tag	ohne	
3. Tag	Teil eines RW	0,040 g	11. Tag	eine kleine Raupe	0,086 g
4. Tag	Teil einer KKL	0,035 g	12. Tag	Teil einer KKL	0,045 g
5. Tag	ohne		13. Tag	eine kleine Raupe	0,078 g
6. Tag	eine kleine Raupe	0,092 g	14. Tag	ohne	
7. Tag	ohne		15. Tag	Teil eines RW	0,081 g
8. Tag	ohne			insgesamt	0,596 g

Im Durchschnitt der Versuchszeit fraß ein *Nebria brevicollis* täglich 0,040 g oder $^2/_3$ der Menge seines eigenen Körpergewichtes.

4. Versuch

Versuchstiere: 20 *Nebria brevicollis.* Versuchsdauer: 15 Tage
Durchschnittsfraßmenge für einen Käfer am:

1. Tag	eine kleine Raupe	0,095 g	9. Tag	ohne	
2. Tag	Teil eines RW	0,030 g	10. Tag	Teil eines RW	0,065 g
3. Tag	Teil einer KKL	0,043 g	11. Tag	Teil einer KKL	0,058 g
4. Tag	ohne		12. Tag	eine kleine Raupe	0,095 g
5. Tag	eine kleine Raupe	0,077 g	13. Tag	ohne	
6. Tag	Teil eines RW	0,055 g	14. Tag	Teil eines RW	0,042 g
7. Tag	ohne		15. Tag	eine kleine Raupe	0,085 g
8. Tag	eine kleine Raupe	0,114 g		insgesamt	0,759 g

Ein Käfer fraß im Durchschnitt der 15 Tage täglich eine Nahrungsmenge von 0,051 g, das ist $^5/_6$ seines eigenen Körpergewichtes.

5. und 6. Versuch

Versuchstiere: 50 *Agonum mülleri* bzw. 50 *Ag. dorsale.* Versuchsdauer: 15 Tage.

Eine genaue tägliche Fraßmenge konnte für einen Käfer nicht ermittelt werden, da diese, im Gegensatz zu den anderen Carabiden relativ kleinen Käfer mit einem Eigengewicht von 0,019 g bzw. 0,016 g, an der dargebotenen Fleischnahrung nur immer ein wenig herumnaschten und außerdem der Gewichtsverlust durch Verdunstung des Flüssigkeitsgehaltes des geöffneten Nahrungsobjektes nicht gewogen werden konnte. Jedoch wurde festgestellt, daß diese Carabiden-Arten immerhin überhaupt Fleischnahrung aufnahmen. Sehr wahrscheinlich nähren sich diese Käfer in der freien Natur nur von kleinen Beuteobjekten, wie kleine Würmer, Insektenlarven und wohl auch von verschiedenen kleinen Puppen, wie zum Beispiel von Rapsglanzkäfern, von Gallmücken (Speyer und Waedl, 10), von Rübsenblattwespen (Scherney, 8) und anderen, die der Boden bekanntlich in großen Mengen birgt. Während der Versuche starb kein Käfer, sondern alle liefen sehr lebhaft in den Versuchsbehältern umher. Irgendwelche Pflanzen befanden sich nicht in den Versuchsgefäßen.

4. Fütterungsversuche unter Verwendung von Kartoffelkäferlarven

Um den Einfluß von Kartoffelkäferlarven als Nahrung auf die Laufkäfer festzustellen, wurden Versuche durchgeführt, in denen *nur* Kartoffelkäferlarven zur Verfütterung gelangten. Als Versuchsgefäße dienten weite Glaszylinder mit Drahtnetzdeckel, um ein Entweichen der Kartoffelkäferlarven zu verhindern. Bodenbelag war normaler Ackerboden. Um dem Feuchtigkeitsbedürfnis der Carabiden nachzukommen, wurden kleine mit Wasser gefüllte Schälchen in die Versuchsgefäße gestellt, als Nahrung für die Kartoffelkäferlarven wurden täglich frische und mit Wasser befeuchtete Kartoffelblätter gegeben. Die Kartoffelkäferlarven wurden täglich auf 100 Stück ergänzt.

1. Versuch

(7. mit 16. Juli). Versuchstiere: 10 *Carabus auratus* L.

Tag	wurden gegeben	An Kartoffelkäferlarven wurden total ausgefressen	wurden nur angebissen	blieben unbeschädigt
1.	100	62	17	21
2.	100	29	36	35
3.	100	16	24	60
4.	100	54	19	27
5.	100	47	11	42
6.	100	69	5	26
7.	100	13	31	56
8.	100	79	4	17
9.	100	28	11	61
10.	100	37	22	41

Während der Versuchszeit wurden durchschnittlich 43,4% der Kartoffelkäferlarven vollkommen vertilgt, 18,0% nur angebissen und nur 38,6% blieben unbeschädigt. Am 7. Versuchstag starb ein *Carabus*, der natürlichen Sterblichkeit um diese Zeit entsprechend.

2. Versuch

(18. mit 27. Juli). Versuchstiere: 10 *Carabus cancellatus* Illig.

Tag	wurden gegeben	An Kartoffelkäferlarven wurden total ausgefressen	wurden nur angebissen	blieben unbeschädigt
1.	100	68	14	38
2.	100	37	26	37
3.	100	56	21	23
4.	100	19	34	47
5.	100	71	13	16
6.	100	3	28	69
7.	100	29	23	48
8.	100	14	42	44
9.	100	81	4	15
10.	100	32	27	41

Es wurden durchschnittlich 41,0% der Kartoffelkäferlarven ausgefressen, 23,2% nur angebissen und 35,8% blieben unbeschädigt. Von den Carabiden starben am 5. und am 9. Tag jeweils einer, was ebenfalls der natürlichen Sterblichkeit im Juli entspricht.

Im 3. Versuch wurden 49,3% der Kartoffelkäferlarven total ausgefressen, 21,9% nur angebissen und 28,8% blieben vollkommen unbeschädigt. Am 3. sowie am 7. Tag waren je ein *Carabus* tot. Da keine Nebenerscheinungen, wie zittrige Fühlerbewegungen und taumeliger Gang auftraten, so wird auch hier wie in den Versuchen I und II ein natürlicher Tod angenommen.

3. Versuch

(2. mit 11. August). Versuchstiere: 10 *Carabus granulatus* L.

Tag	An Kartoffelkäferlarven wurden gegeben	wurden total ausgefressen	wurden nur angebissen	blieben unbeschädigt
1.	100	41	35	24
2.	100	17	43	40
3.	100	78	6	16
4.	100	56	29	15
5.	100	37	18	45
6.	100	49	5	46
7.	100	63	11	26
8.	100	28	38	34
9.	100	52	23	25
10.	100	72	11	17

Kontrollversuche

Zur gleichen Zeit wie die Versuche I mit III wurden Kontrollversuche mit jeweils 10 *Carabus auratus,* 10 *C. cancellatus* und 10 *C. granulatus* durchgeführt. Zur Verfütterung gelangten statt Kartoffelkäferlarven rohe Rindfleischstückchen. Während der jeweiligen Versuchszeit (10 Tage) starben je ein *C. auratus* am 2. sowie am 7. Tag, ein *C. cancellatus* am 6. Tag und ein *C. granulatus* am 9. Tag. Die natürliche Sterblichkeit liegt demnach bei 13,3 %. Die in den Versuchen I mit III gestorbenen Käfer wurden durch neue ersetzt.

Zusammenfassend konnte festgestellt werden, daß Kartoffelkäferlarven von den Käfern der Gattung *Carabus* ohne weiteres aufgenommen werden. Die bei den Versuchen I mit III gestorbenen Carabiden dürften, wie der Vergleich mit den Kontrollversuchen ergibt, eines natürlichen Todes gestorben sein.

Bezüglich der aufgenommenen Nahrungsmenge sei hier noch angefügt, daß das Durchschnittsgewicht einer Kartoffelkäferlarve im Versuch I 0,143 g betrug. Die durchschnittlich pro Tag verzehrten Kartoffelkäferlarven wogen demnach 6,206 g für 10 Käfer oder 1 Käfer verzehrte täglich 0,620 g oder 4,3 Larven, das ist ungefähr sein Eigengewicht (0,640 g). Im Versuch II ergab sich bei einem Durchschnittsgewicht von 0,148 g pro Larve für einen Käfer eine tägliche Nahrungsaufnahme von 0,606 g oder 4,09 Larven (Eigengewicht 0,560 g), im Versuch III bei einem Durchschnittsgewicht von 0,157 g pro Larve für einen Käfer täglich 0,774 g oder 4,9 Larven (Eigengewicht 0,680 g).

Bemerkenswert ist, daß in den Versuchen I mit III nicht jede angebissene Kartoffelkäferlarve total gefressen wurde, sondern daß die Laufkäfer anscheinend bei Erreichung eines gewissen Sättigungsgrades nur noch ihre Beute anbeißen, ohne sie zu verzehren. Angebissene und dann abgestorbene Kartoffelkäferlarven wurden von den Groß-Caraben nicht mehr angenommen.

Unter Einbeziehung der „nur angebissenen Kartoffelkäferlarven" erhöht sich die für die Praxis nicht unbedeutende Vernichtungsquote an Kartoffelkäferlarven. So ergibt sich eine solche im Versuch:

I je *Carabus auratus* täglich von 6,14 statt 4,3 Kartoffelkäferlarven,
II je *C. cancellatus* täglich von 6,42 statt 4,09 Kartoffelkäferlarven,
III je *C. granulatus* täglich von 7,12 statt 4,9 Kartoffelkäferlarven.

Zusammenfassung

1. Im Waldrand wurden zwischen den größeren Wurzeln von Baumstrünken ab Mitte Oktober Carabiden der Art *Carabus granulatus* L. in größerer Anzahl vergesellschaftet vorgefunden, die hier ihre Winterlager bezogen.
2. Bei den Wintersammelplätzen von *Carabus granulatus* L. befanden sich auch einige *Pterostichus vulgaris* L. und *Harpalus pubescens* Müll.
3. Ebenfalls im Waldrand wurden Käfer der Art *Pterostichus cupreus* L. unter der Rinde vermorschter Baumstümpfe und unter dicken Moospolstern im Winterlager festgestellt.
4. Winterlager in den Feldern und am Rande derselben wurden im Laufe des Monats Oktober durch Bodenausgrabungen ermittelt. Hierbei ergab sich der Unterschied, daß auf waldfernen Feldern die Anzahl der Carabiden gegenüber der auf waldnahen Feldern überwog.
5. Durch Versuche mittels in den Boden eingesetzter Blechrahmen wurde festgestellt, daß im Laufe des Frühjahrs viele nicht flugfähige Carabiden verschiedener Art aus dem Boden der Felder hervorkamen, daß sie dementsprechend ihre Winterlager nicht nur im Wald, sondern auch auf den Feldern suchen.
6. Weiterhin ist bemerkenswert, daß zum Beispiel die Käfer der Gattung *Carabus* nicht zur ungefähr gleichen Zeit, sondern nach und nach ihre Winterlager auf den Feldern im Laufe des Frühjahrs verlassen.
7. Gleichzeitig durchgeführte Tag- und Nachtfangversuche ergaben, daß die Carabiden zu jeder Tages- und Nachtzeit ihrer Nahrungssuche nachgehen.
8. Die in Feldkulturen lebenden Carabiden ernähren sich vorwiegend rein carnivor, pflanzliche Stoffe werden mehr oder weniger als Notnahrung zur Stillung ihres Feuchtigkeitsbedürfnisses angenommen.
9. Mit Carabiden-Larven (der Arten *Carabus auratus* L., *C. granulatus* L. und *C. cancellatus* Illig.) vorgenommene Fütterungsversuche ergaben, daß sie nur Fleischnahrung und von dieser vorwiegend lebende Nahrung aufnehmen.
10. Quantitative Fütterungsversuche mit den Arten *Calathus fuscipes* Gze., *Nebria brevicollis* F., *Agonum mülleri* Hrbst. und *Ag. dorsale* Pont. ergaben im Durchschnitt der Versuchszeit eine täglich aufgenommene Nahrungsmenge von $^3/_4$ bis zur vollen Höhe des eigenen Körpergewichtes.
11. Fütterungsversuche ausschließlich mit Kartoffelkäferlarven zeigten, daß Groß-Caraben diese in großer Menge aufnehmen können, ohne dadurch geschädigt zu werden.

Summary

Carabus granulatus L. was found in large communities from the middle of October onwards hibernating among the large roots of trees at the edge of a wood; there were also a few *Pterostichus vulgaris* L. and *Harpalus pubescens* Müll. *Pterostichus cupreus* L. was also found at the edge of the wood hibernating beneath the bark of rotten trunks and under thick cushions of moss.

Hibernation places in fields and at the edges of these were found during October by digging and these showed that the number of Carabids was greater in fields far from woods than in fields near woods.

Tests using sheet metal frames stuck into the ground showed that, in the Spring, many flightless Carabids come out of the ground in fields so that they must hibernate not only in woods but also in fields.

Day and night trapping carried out at the same time showed that Carabids carry on their search for food each day or night. In field cultures they are predominantly carnivorous; plant materials are taken more or less as a necessary adjunct to satisfy fluid requirements.

Feeding tests with Carabid larvae (*Carabus auratus* L., *C. granulatus* L. and *C. cancellatus* Ill.) showed that these take only animal food, mainly living. In quantitative tests, *Calathus fuscipes* Gze., *Nebria brevicollis* F., *Agonum mülleri* Hbst. and *A. dorsale* Pont. had and average daily food intake of 75 to 100% their own body weight. Feeding tests using only Colorado Beetle larvae showed that large *Carabus* can eat these in large numbers without suffering any harm.

Literatur

(1) Brandt, H.: Der Goldlaufkäfer als Getreideschädling. Anz. Schädlingsk. **22**, 87–89, 1949.

(2) Burmeister, F.: Biologie, Ökologie und Verbreitung der europäischen Käfer. Krefeld 1939.

(3) Gersdorf, E.: Ökologisch faunistische Untersuchungen über die Carabiden der mecklenburgischen Landschaft. Zool. Jb. (Syst. Ökol.) **70**, 17–68, 1937.

(4) Kirchner, H. A.: Laufkäferschäden an Erdbeeren. Z. Pflkrankh. **49**, 267–271, 1939.

(5) Lengerken, H. v.: *Carabus auratus* L. und seine Larve. Arch. f. Naturgesch. Abt. A, **87**, 31–113, 1921.

(6) Müller, F. P.: Die Verdauung bei nahe verwandten Käfern mit verschiedener Ernährungsweise. Zool. Jb. (Syst. Ökol.) **71**, 291–318, 1938.

(7) Scherney, F.: Untersuchungen über Vorkommen und wirtschaftliche Bedeutung räuberisch lebender Käfer in Feldkulturen (I. Mitt.). Z. Pflbau u. Pflschutz **6** (50), 49–73, 1955.

(8) Scherney, F.: Unsere einheimischen Laufkäfer und ihre Bedeutung als Feinde wichtiger Schädlinge. Prakt. Bl. f. Pflbau u. Pflschutz **51**, 186–194, 1956.

(9) Scherney, F.: Beiträge zur Biologie und ökonomischen Bedeutung räuberisch lebender Käferarten. Untersuchungen über das Auftreten von Laufkäfern *(Carabidae)* in Feldkulturen (Teil II). (Im Druck Z. angew. Ent.)

(10) Speyer, W. und Waede, H.: Feinde und Parasiten der Weizengallmücken. Anz. Schädlingsk. **29**, 185–191, 1956.

(11) Tischler, W.: Synökologische Untersuchungen an der Fauna der Felder und Feldgehölze. Z. Morph. u. Ökol. Tiere, **47**, 54–114, 1958.

Aus der Abt. B der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt, Göttingen

Zur Unterscheidung der Larven von *Gilpinia abieticola* (D.T.), *G. polytoma* (Htg.) und *G. hercyniae* (Htg.) *(Hymenoptera: Diprionidae)* nach dem Zeichnungsmuster der Kopfkapseln

Von Horst Vehrke

Mit 7 Abbildungen

Vorwort

Meine Untersuchungen über die Populationsdynamik der Fichten-Buschhornblattwespen (bisher veröffentlicht: Thalenhorst 1952 und 1955; Ohnesorge und Thalenhorst 1956) waren anfänglich dadurch beeinträchtigt worden, daß sich die erbeuteten Larven der Vertreter dieser Gruppe nicht immer mit Sicherheit identifizieren ließen. In der Literatur (Escherich; Lorenz und Kraus; Reeks; Smith) fanden sich nur unzureichende Angaben über die Artmerkmale. Für eigene Untersuchungen fehlte trotz der Dringlichkeit immer wieder die Zeit. Die endlich von H. Vehrke übernommene Aufgabe, mein Reinzucht-Larvenmaterial auf Bestimmungsmöglichkeiten durchzusehen, konnte glücklicherweise viel weiter gelöst werden, als wir anfangs zu hoffen gewagt hatten. Nach den von Vehrke angefertigten Zeichnungen habe ich schon im Sommer 1959 mit seltenen Ausnahmen (Junglarven, die schon vor der nächsten Häutung eingingen) die bei meinen Klopffängen erbeuteten Tiere sicher nach ihrer Artzugehörigkeit sortieren können

W. Thalenhorst

A. Die Fragestellung

Die drei an der Fichte lebenden Diprioniden *Gilpinia abieticola* (D.T.), *G. polytoma* (Htg.) und *G. hercyniae* (Htg.) konnten bislang nur als Imagines nach den Genitalien, der Chromosomenzahl und der Art der Parthenogenese getrennt werden (Reeks 1941, Smith 1941). Ihre Larven waren morphologisch nicht in allen Fällen zu unterscheiden.

Junglarven ließen sich überhaupt noch nicht identifizieren. *G. abieticola* nimmt im vorletzten Stadium eine schokoladenbraune Grundfarbe an, ist dann also leicht zu erkennen. Grün-weiß gestreifte Altlarven gehören entweder zu *G. polytoma* oder zu *G. hercyniae* und sind nach der Körperfarbe nur dann anzusprechen, wenn sie eine lachsrote Unterseite haben (Farbvarietät von *G. polytoma).* Ventral hellgrüne Tiere konnten bisher nicht eingeordnet werden.

Wenn man solche Larven wenigstens nachträglich determinieren wollte, mußte man versuchen, sie bis zur Imago aufzuziehen. Auch dieser Weg führte nicht immer zum Ziel: die Tiere konnten parasitiert sein oder aus anderen Ursachen vorzeitig eingehen.

Im Rahmen der im Vorwort erwähnten Arbeiten erwies es sich also als notwendig, nach Möglichkeiten einer sofortigen Determination der Larven zu suchen. Die erste Durchsicht des mir zur Verfügung gestellten Alkohol-Materials ließ hoffen, daß die gewünschten Bestimmungsmerkmale in gewissen Mustern der Kopfkapsel-Zeichnung gefunden werden könnten.

Das Ergebnis des genauen Studiums dieser Zeichnung wird nachstehend mitgeteilt.

B. Das Material

Das Alkoholmaterial enthielt nach Arten und den Größenklassen I–V[1] getrennte Larven, die von sicher determinierten Weibchen abstammten und nach Arten isoliert aufgezogen worden waren. Je Species und Größenklasse waren etwa 10–20 Tiere vorhanden.

Zum Vergleich wurden im Herbst 1958 einige Hundert lebende Larven, die im Harz und in der Umgebung von Göttingen gesammelt worden waren, auf das Zeichnungsmuster ihrer Kopfkapsel untersucht.

C. Die gemeinsamen Zeichnungsmuster der Kopfkapsel[2]

Abb. 1 zeigt die Kopfkapsel einer *polytoma* III: a. von vorn, b. von oben, c. von der Seite. Die Grundfarbe der Kopfkapsel ist gelblich braun, variierend von hell bis dunkel. In fast symmetrischer Anordnung laufen schwarz pigmentierte Bänder über sie hin:

ein Scheitelnahtband,
zwei Scheitelbänder,
zwei Schläfenbänder,
zwei laterale Bänder von den Mandibeln bis zu den Scheitelfurchen.

Die Pigmentierung ist individuell verschieden stark ausgeprägt; im Extrem ist die ganze Kopfkapsel – zumal bei Tieren niederer Größenklassen – völlig schwarz und läßt keine sichere Determination zu. Meist ist sogar bei einem und demselben Tier die eine Kopfhälfte dunkler als die andere.

Dieses Bandmuster tritt bei allen drei Arten in allen Größenklassen auf. Nur erscheint die Pigmentierung im Bereich der Bänder in I meist gleichmäßig stark, in II–V dagegen fleckig angeordnet.

Labium und Mandibeln sind bei jüngeren Tieren dunkler als bei älteren, bei denen hellere Innenflächen dunkel umrandet sind. Die Mandibelzähne sind rot gefärbt.

Da das Bandmuster und auch die Anordnung der Borsten für die Unterscheidung der drei Arten keine Rolle spielen, zeigen die weiteren Abbildungen nur für die ersten Größenklassen die ganze Kopfkapsel von vorn, sonst

[1] Die Zahl der Larvenstadien ist bei den hier genannten *Gilpinia*-Arten weder einheitlich noch konstant; sie wird z. B. durch die Temperatur beeinflußt. Ein aus dem Freiland eingetragenes Tier kann auch nach der Kopfkapselbreite nicht eindeutig einem bestimmten Stadium zugeordnet werden. So war das Alkohol-Material der Einfachheit halber in 5 „Größenklassen" (I–V) aufgeteilt worden.

[2] Bezeichnungen nach Lorenz und Kraus 1957.

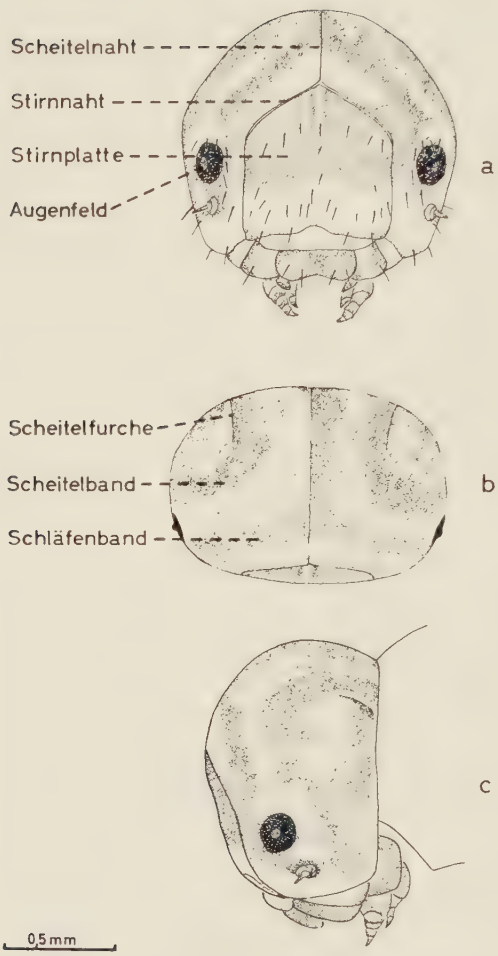


Abb. 1. Larven-Kopfkapsel von *Gilpinia polytoma* (Htg.); Größenklasse III: a. von vorn; b. von oben; c. von der Seite

nur den für die Determination wichtigen Ausschnitt daraus: die Stirnplatte mit den benachbarten Teilen bis zu den Augen und Antennen einerseits und bis zu den Schläfenbändern (ausschließlich) andererseits. Die Lage der Borsten ist durch die ihre Basis umgebenden, auffälligen hellen Höfe angedeutet.

Sowohl bei *polytoma* (Abb. 1) als auch bei den anderen Arten nimmt – in der jeweils arttypischen Form des „Abzeichens" (s. u.) – das Pigmentmuster der Stirnplatte deren beide oberen Drittel ein. Man kann in diesem Bereich des Musters zwei Elemente unterscheiden:

1. eine Grundpigmentierung, die sich gleichmäßig oder wolkig über das ganze „Abzeichen" hinzieht, aber auch über die Stirnnähte hinaus in zwei mehr oder weniger deutlich getrennten und unterschiedlich breiten Ästen an Augen und Schläfen herantreten kann;

2. zu Gruppen zusammentretende Kreise, deren jeder eine helle Mitte und einen dunklen Rand zeigt. Die Gruppen sind von der Grundpigmentierung eingeschlossen und stehen bei allen Arten gleichermaßen in der unter Abschnitt D/3 *(hercyniae)* näher beschriebenen Anordnung. Sie sind allerdings meist nicht an jungen, sondern regelmäßig nur an älteren Larven zu sehen.

D. Die artspezifischen „Abzeichen"

Die Unterschiede zwischen den Larven von *Gilpinia abieticola, G. polytoma und G. hercyniae* liegen in den vom ersten Musterelement, der Grundpigmentierung, auf der Stirnplatte gebildeten artspezifischen „Abzeichen".

Die Abzeichen haben verschiedene und für jede Art charakteristische Formen, und es ist im großen und ganzen möglich, die Tiere nach diesem

Merkmal auf ihre Artzugehörigkeit anzusprechen. Allerdings variiert die Ausprägung der Abzeichen, so daß die Unterschiede nicht absolut gelten. Besonders sehr dunkle Exemplare von *polytoma* und *hercyniae* können in Einzelfällen miteinander verwechselt werden.

Ähnlichen Schwierigkeiten kann man aber auch bei der Determination der Imagines von *polytoma* und *hercyniae* begegnen. Es gibt brauchbare morphologische und anatomische Unterscheidungsmerkmale, aber selbst die besten von ihnen – z. B. die Zahl der Zahnreihen auf der Legesäge der Weibchen – zeigen Überschneidungen (s. REEKS 1941).

Nachstehend werden die Abzeichen der drei Arten im einzelnen beschrieben.

1. *Gilpinia abieticola* (D.T.)

Abb. 2 zeigt das Stirnplatten-Muster von *abieticola*-Larven der Größenklassen I–IV. Typisch für die Art ist die gleichmäßig dunkle Pigmentierung

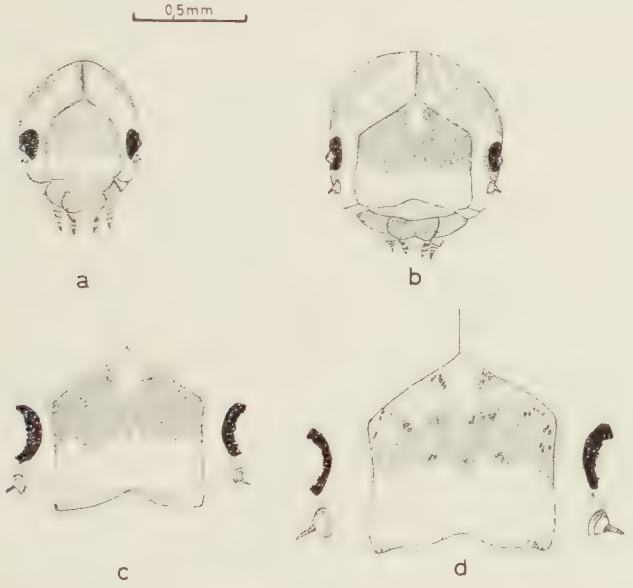


Abb. 2. Larven-Kopfkapseln von *Gilpinia abieticola* (D.T.). Größenklassen: a. I; b. II; c. III; d. IV (c und d: Teilbilder)

der oberen zwei Drittel der Stirnplatte mit Ausnahme eines etwa zungenförmigen, meist scharf abgegrenzten Einschnittes unterhalb der Verbindungsstelle von Stirnnähten und Scheitelnaht. Nach unten (gegen das helle Drittel der Stirnplatte) hin ist die Zeichnung oft unregelmäßig und unsymmetrisch zipflig begrenzt. Nach den Seiten zieht sich die Pigmentierung mehr oder weniger weit über die Ränder der Stirnplatte hinaus.

In der Größenklasse I ist von dieser Zeichnung freilich noch nichts zu erkennen. Da auch *polytoma* und *hercyniae* in diesem Stadium noch kein spezifisches Abzeichen tragen, ist es nicht möglich, Erstlarven auf ihre Artzugehörigkeit anzusprechen. Es scheint allerdings (und das hat auch SMITH beobachtet), als ob *abieticola* als L I eine etwas hellere Kopfkapsel hat als die anderen Arten.

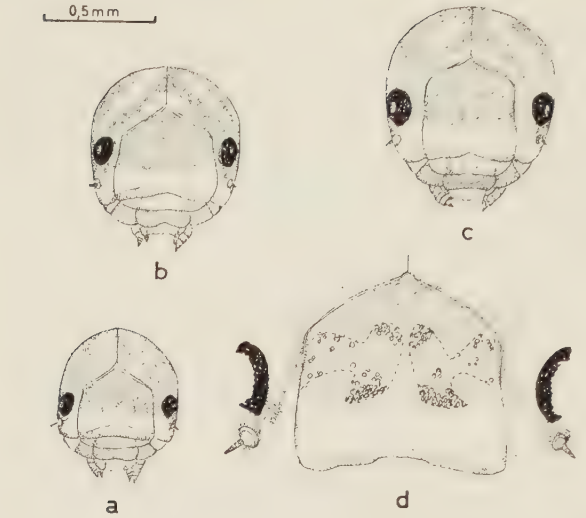


Abb. 3. Larven-Kopfkapseln von *Gilpinia polytoma* (Htg.). Größenklassen: a. I; b. I oder II; c. II; d. IV (d: Teilbild)

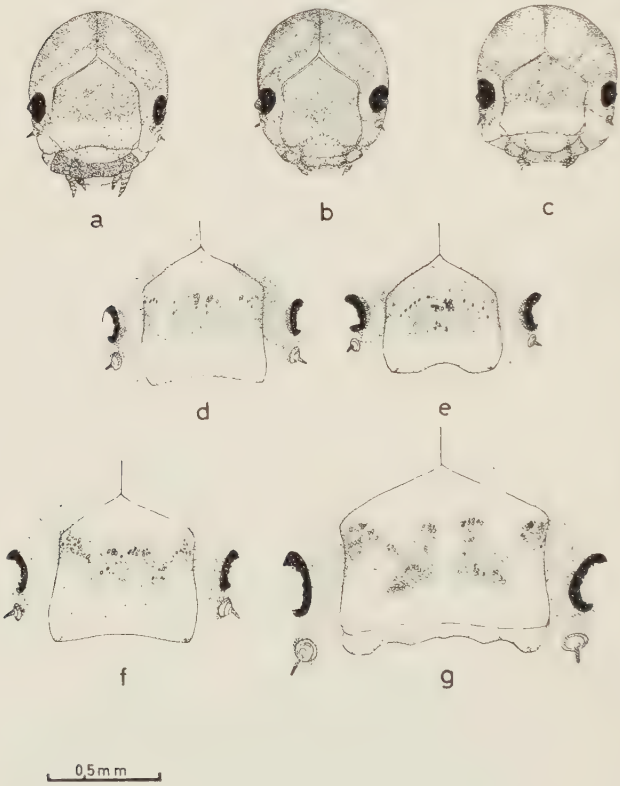


Abb. 4. Larven-Kopfkapseln von *Gilpinia hercyniae* (Htg.). Größenklassen: a. bis c. I; d. und e. II; f. III; g. IV (d bis g: Teilbilder)

Die beiden großen kreisförmigen Verdunkelungen (Abb. 2a) sind keine Musterelemente, sondern werden durch den Hintergrund (kräftige Muskulatur) gebildet, der bei guter Beleuchtung durch das schwache Pigment hindurch zu sehen ist.

Abb. 2d zeigt eine L IV aus dem Reinzucht-Material, deren Stirnplatte besonders in der oberen Hälfte des Musters ungewöhnlich hell ist. Die Punktgruppen des zweiten Musterelements treten gut hervor; ihre Anordnung entspricht hier allerdings nicht ganz dem Üblichen. Trotz der schwächeren Pigmentierung bleibt immerhin die *Form* des Abzeichens grundsätzlich erhalten. Man findet diese Abweichung um so häufiger, je ältere Larven man vor sich hat. Dann schließt aber die braune Körperfarbe der Tiere sowieso jeden Zweifel aus.

Als typisch für *G. abieticola* darf also die Form des Musters gelten, wie sie aus Abb. 2b und c am deutlichsten zu erkennen ist.

2. *Gilpinia polytoma* (Htg.)

Das *polytoma*-Muster ist in den einander ergänzenden Abbildungen 1 und 3 dargestellt.

In der Größenklasse I (Abb. 3a) trägt *polytoma* ebenso wie die beiden anderen Arten auf der Stirnplatte statt eines typischen Abzeichens eine gleichmäßige Pigmentierung. Die kleine helle Spitze im oberen Winkel der Stirnplatte darf nicht als artspezifisch gewertet werden. Sie findet

sich nicht bei allen Exemplaren; andererseits zeigt mitunter auch *G. hercyniae* eine solche Aufhellung (Abb. 4c).

Abb. 3b stellt eine Kopfkapsel dar, die ihrer Breite nach auf der Grenze zwischen den Größenklassen I und II steht. Die Pigmentierung von Schläfen und Scheitel ist nicht mehr gleichmäßig, sondern bereits fleckig. Darüber hinaus zeigt die Stirnplatte schon das typische *polytoma*-Abzeichen: eine mehr oder weniger wolkige Pigmentierung der oberen zwei Drittel mit einer *nicht* pigmentfreien, von zwei parallelen dunklen Rändern eingefaßten Aufhellung längs der Mediane unterhalb des Spitzenwinkels. Sowohl die Aufhellung als auch die dunklen Ränder gehen ohne scharfe Grenze in die übrige Pigmentierung über.

Die voll pigmentierte Stirnplatte mit der schmalen Aufhellung ist also das artspezifische Abzeichen der Larven von *G. polytoma*. Es ist mit dem entsprechenden Teil des *abieticola*-Musters (zungenförmige, pigmentfreie Aussparung) nicht zu verwechseln. Bei älteren *polytoma*-Larven ist das Abzeichen meist schwächer pigmentiert als bei jüngeren Tieren.

Abb. 5. Stirnplatten-Muster von *G. hercyniae*-Larven; Abweichungen. Ältere Larven

Die anderen Musterelemente, die Gruppen von Kreisen, sind wie bei *G. hercyniae* (s. u.) angeordnet. Der besseren Deutlichkeit halber sind sie in Abb. 3d einmal durch gestrichelte Linien eingefaßt.

Die Grundpigmentierung scheint bei *G. polytoma* in besonderem Maße dazu zu neigen, sich über die Stirnplatte hinaus bis an die Augen und an die Schläfenbänder zu ziehen. Dadurch entsteht ein heller, etwa umgekehrt-herzförmiger Fleck beiderseits der Stirnnaht zwischen der Stirnplatte und den Schläfenbändern. Er ergänzt das typische *polytoma*-Abzeichen.

3. *Gilpinia hercyniae* (Htg.)

Abb. 4 zeigt das Muster von *G. hercyniae*. Hier sind aus der Größenklasse I drei (a–c), aus der Größenklasse II zwei (d und e) verschieden dunkle Kopf-

kapseln ausgewählt worden. Abb. 4f stellt ein sehr helles Exemplar (III) dar, g (IV) ist ziemlich normal.

Von II an bildet sich das für *hercyniae* typische Abzeichen heraus, bis es schließlich in IV eine Form erreicht hat, die man mit einiger Phantasie als „Doppel-Pflugschar" bezeichnen kann. Zudem ist hier nicht nur das untere, sondern auch das obere Drittel der Stirnplatte wenig oder gar nicht pigmentiert. Während sich nun der obere Rand des dunklen Musters gegen das obere helle Drittel erst in den späteren Größenklassen oder sogar überhaupt nicht typisch ausprägt, kann das untere helle Drittel der Stirnplatte schon in Klasse II mit je einem Lobus rechts und links auf die dunkle Mitte übergreifen. Diese hellen Loben bilden dann gleichsam die Matrize für einen charakteristischen Teil des Doppelpflugschar-Musters. Sie treten zwar durchaus nicht bei allen *hercyniae*-Larven auf, kommen aber bei *abieticola* und *polytoma* überhaupt nicht vor.

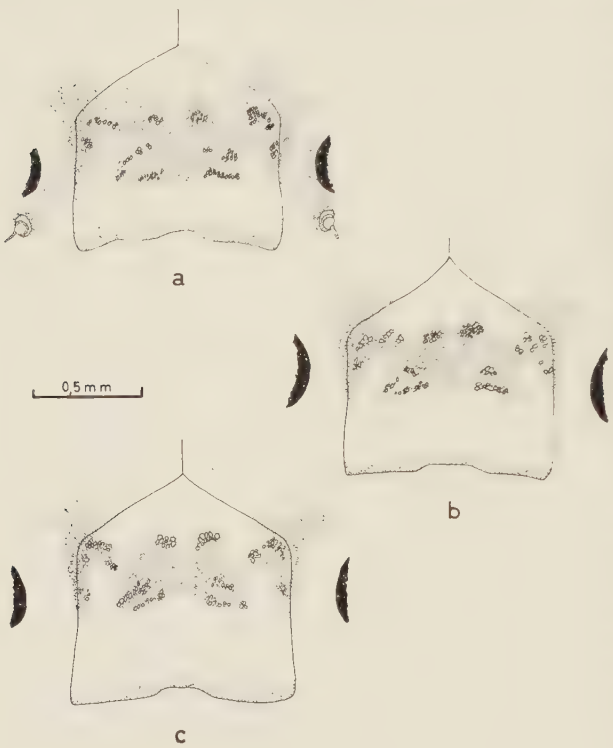


Abb. 6. Stirnplatten-Muster von *G. hercyniae*-Larven; Abweichungen. Ältere Larven

In der „Doppelpflugschar" des Grundpigments liegen die schon mehrmals genannten Kreisgruppen des zweiten Musterelements. Sie sind so angeordnet, daß eine sie umschließende Linie ebenfalls eine Doppelpflugschar bilden würde. Das ist besonders deutlich in Abb. 4g zu sehen, zeigt sich aber auch in Abb. 3d *(polytoma)*.

Auch bei *hercyniae* kann die Grundpigmentierung mehr oder weniger weit über die Stirnplatte hinaustreten.

Reeks (1941) hat Kopfkapseln *kanadischer hercyniae*- Larven gezeichnet. Seine und meine Abbildungen stimmen im wesentlichen so vollkommen überein, daß man fast meinen könnte, es hätten uns dieselben Exemplare vorgelegen.

Das beschriebene *hercyniae*-Abzeichen variiert in seiner Ausprägung viel stärker als die Muster der beiden anderen Arten. Schon die Kopfkapseln der Größenklasse I zeigen erhebliche Unterschiede von hell bis dunkel (Abb. 4a–c). In Abb. 4d und e sind weiterhin zwei Stirnplatten der Größenklasse II nebeneinandergestellt, in denen nur noch die hellen Loben gleichartige Teil-

formen des Musters darstellen. Abb. 4e könnte genau so gut auch für III gelten und dürfte dann neben Abb. 4f gestellt werden.

Die Extreme des *hercyniae*-Musters liegen aber *noch weiter* auseinander. Das wird durch die Abb. 5, 6 und 7 veranschaulicht. Abb. 5a zeigt ein *hercyniae*-Muster ohne Loben. Der Unterschied zu *abieticola* liegt darin, daß das obere Drittel der Stirnplatte fast pigmentfrei ist, und daß die hellen Bezirke bzw. die schwachen Zeichnungsreste eine ganz andere Form haben. Ebenso liegt wieder in der Pigmentlosigkeit des oberen Drittels der Stirnplatte der wichtigste Unterschied zu *polytoma*, deren Kopfkapsel hier stets voll pigmentiert ist. Von dem Typ der Abb. 5a führen dann partielle Aufhellungen über 5b, c; 6a, b, c zu dem aus Abb. 4g bekannten Bild.

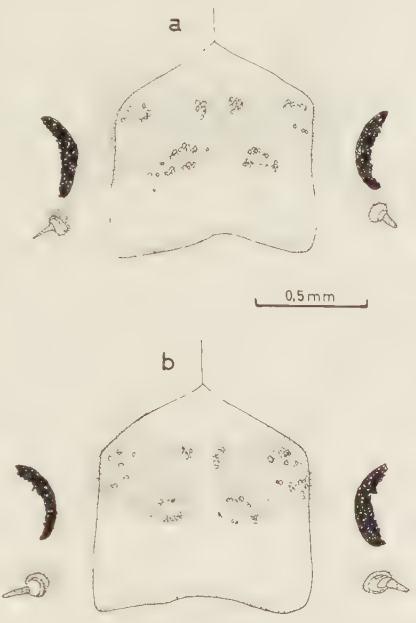


Abb. 7. Stirnplatten-Muster von *G. hercyniae*-Larven; Abweichungen. Ältere Larven

Die in Abb. 7a und b vorgeführten Muster kommen bei *G. hercyniae* nur selten vor. Am häufigsten finden sich die deutlich ansprechbaren Typen der Abb. 4 und 6.

Schwer zu bestimmen sind Tiere, bei denen die pigmentierten Flächen so verbreitert sind, daß das typische *hercyniae*-Muster darin untergeht.

E. Ergänzungen

1. Die Bestimmbarkeit von Exuvien

Man kann in die Lage kommen, ein Tier nachträglich nach seiner Exuvie bestimmen zu müssen (siehe z. B. E/2). Das ist wenigstens bei älteren Larven durchaus möglich. Obwohl die Kopfkapseln bei der Häutung entlang den Nähten aufplatzen, sind die Muster meist noch deutlich zu erkennen.

2. Die Zeichnungsmuster der Spinnlarven und Eonymphen von *G. polytoma* und *G. hercyniae*[3]

Die Larven der Fichten-Buschhornblattwespen häuten sich noch einmal, nachdem sie ihre Fraßtätigkeit beendet haben, und bevor sie ihren Kokon spinnen. Dabei verschwinden die weißen Streifen der Körperzeichnung und

[3] *G. abieticola* braucht hier nicht mehr berücksichtigt zu werden. Spinnlarve und Eonymphe dieser Art sind nach ihrer zwar stark aufgehellten, aber immer noch bräunlichen Körperfarbe ohne Schwierigkeit zu identifizieren.

ebenso die Muster der Kopfkapsel (s. auch Reeks 1941, Abb. 14). Auch die Mundwerkzeuge verblassen bis auf die roten Mandibelzähne völlig.

In der Regel ist schon an der frisch gehäuteten „Spinnlarve" von der Kopfkapselzeichnung überhaupt nichts mehr zu sehen. Bei der Durchsicht der von Thalenhorst angesetzten Zuchten im Herbst 1958 fanden sich jedoch zuweilen Exemplare dieses Stadiums (selbst solche, die schon 24 Stunden im Kokon gelegen hatten), deren Kopfkapselmuster zwar sehr stark verblaßt, aber doch noch deutlich zu erkennen waren. Sonst kann man Spinnlarven nur dann determinieren, wenn man die zweifelsfrei zugehörige alte Exuvie findet (s. o.).

Wenn die Spinnlarve den Kokon angefertigt hat, geht sie ohne weitere Häutung in die eigentliche Eonymphe über. Ältere Eonymphen haben eine sehr weiche und faltige Kopfkapsel, deren Muster jetzt völlig aufgelöst zu sein scheint. Es ist infolgedessen so gut wie unmöglich, ein Tier, aus dessen Kokon etwa ein Parasit geschlüpft ist, nach den Resten der Eonymphe einer der beiden grünen *Gilpinia*-Arten zuzuordnen.

In einem Falle wurde eine Exuvie sofort nach dem Schlüpfen der Imago aus dem verlassenen Kokon geholt und untersucht. Die gewohnte Form der Kopfkapselteile war noch vorhanden, aber irgendwelche Zeichnungen waren nicht mehr zu erkennen.

3. Der Einfluß hoher Temperaturen auf die Ausprägung des Musters

Im Alkoholmaterial befanden sich gesondert einige Larven, die bei konstant hoher Temperatur (etwa 27–28°) aufgezogen worden waren. Die Zeichnungen auf ihren Kopfkapseln waren sehr schwach pigmentiert. Die Form des Musters dürfte bei solchen Exemplaren trotzdem im allgemeinen erhalten bleiben und nur in Einzelfällen bis zur Unkenntlichkeit aufgelöst werden.

F. Die Probe

Zur Probe auf die Brauchbarkeit der Bestimmungsmerkmale wurden einige Hundert von Thalenhorst im Herbst 1958 und in der ganzen Vegetationsperiode 1959 in Südniedersachsen gesammelte Larven durchgesehen. Es fand sich kein Tier, dessen Stirnplattenmuster sich nicht in eine der beschriebenen und abgebildeten Typen hätte einordnen lassen; nur in einzelnen Fällen gab es Zweifel. So ausgesprochen dunkle Tiere, wie sie im Alkoholmaterial gelegentlich vorkamen, fanden sich im Freiland nur sehr selten.

Junglarven, die zunächst nicht eingeordnet werden konnten, ließen sich spätestens dann bestimmen, wenn sie bei der Weiterzucht die Größenklassen III oder IV erreicht hatten.

In allen Fällen, in denen die Tiere bis zur Imago aufgezogen werden konnten, hat sich bisher die Richtigkeit der Determination der Larven bestätigt.

Summary

Characteristic dark frontal figures on the head capsules enable us to separate the larvae of *Gilpinia polytoma* (Htg.) from *G. hercyniae* (Htg.) and to identify younger instars of *G. abieticola* (D. T.).

Literatur

Escherich, K.: Die Forstinsekten Mitteleuropas. V. Berlin 1942, 746 S.
Lorenz, H., und Kraus, M.: Die Larvalsystematik der Blattwespen. – Abh. z. Larvalsystematik der Insekten Nr. 1. – Berlin 1957, 339 S.
Ohnesorge, B., und Thalenhorst, W.: Zur Kenntnis der Fichtenblattwespen. IV. Die Dispersion. – Z. Pflanzenkrankh. **63**, 197–211, 1956.
Reeks, W. A.: On the taxonomic status of *Gilpinia polytoma* (Htg.) and *G. hercyniae* (Htg.) *(Hymenoptera, Diprionidae)*. Canad. Entomologist, **73**, 177–188, 1941.
Smith, St. G.: A new form of Spruce Sawfly identified by means of its cytology and parthenogenesis. – Scient. Agric., **21**, 245–305, 1941.
Thalenhorst, W.: Zur Kenntnis der Fichtenblattwespen. I. Die Nematinen des Südharzes. – Z. Pflanzenkrankh. **59**, 110–115, 1952.
— Zur Kenntnis der Fichtenblattwespen. III. Die Apparenzen der *Diprionini*. – Z. Pflanzenkrankh. **62**, 353–361, 1955.

Systematische Klarstellungen zur Ameisenfauna des nordostkarelischen Urwaldes

Von Karl Hölldobler, Ochsenfurt a. M.

In der Zeitschrift für angewandte Entomologie Bd. 30, 1944, habe ich zwei Arbeiten über die Ameisenfauna Nordostkareliens veröffentlicht. Es sind

Generalisierte Karte des Fundgebietes

die Arbeiten: „Über die forstlich wichtigen Ameisen des nordostkarelischen Urwaldes“ und „Zur Biologie der Formica-Arten“.

Neben dem Studium der als Forstschädling in diesem Gebiet auftretenden *Camponotus herculeanus* L. habe ich mich besonders mit den haufenbauenden Waldameisen befaßt und ihre natürliche Verbreitung im karelischen Urwald studiert. Ich habe als typische Waldameise des nordischen Urwaldes die *Formica rufa rufopratensis maior* Goessw. bezeichnet und mich dabei an die von Gösswald vorgeschlagene Arbeitsbezeichnung gehalten. Mittlerweile hat die systematische Bearbeitung der *Rufa*-Gruppe große Fortschritte gemacht. Ich kann mitteilen, daß es sich bei der von mir näher studierten Waldameisenart des nordkarelischen von Moorgebieten durchsetzten Urwaldes, für die ich in meinen Arbeiten eine Reihe biologischer Beobachtungen zusammengestellt habe, um die *Formica aquilonia* Yarrow 1955 handelt. Dies ergab die Untersuchung von Belegstücken nach den neuen taxomonischen Merkmalen.

Aus der beigefügten Karte ist zu ersehen, in welchen Gebieten ich diese Ameise gefunden und beobachtet habe. Das in meinen Arbeiten erwähnte Gebiet von Hyrinsalmi (Finnland) habe ich nicht eingetragen, da ich aus diesem Gebiet keine Belegstücke mehr habe.

Neben dieser *Formica aquilonia* fand ich im Gebiet nördlich des Topsees (siehe Karte) noch *Raptiformica sanguinea* Latr. und *Formica truncicola* Fabr., sowie *Coptoformica exsecta* Nyl. Über Einzelheiten verweise ich auf die genannten Arbeiten.

Ich erwähnte in der Arbeit „Zur Biologie der Formica-Arten“ auch die *Formica rufa pratensis*. Es handelt sich dabei nach der neuen Nomenklatur um die *Formica nigricans* EM. Neben einigen klaren Funden dieser Art im Gebiet von Kiestinki sind unter der Bezeichnung *„pratensis“* auch Nester aufgenommen worden, die heute zur Art *„lugubris“* zu rechnen sind *(Formica lugubris* Zett.). Ob allerdings diese nordischen *lugubris* mit den *lugubris* des Alpengebietes wirklich artgleich sind, das ist erst noch zu entscheiden.

Unter den 1943 an Gösswald gesandten Ameisen befanden sich auch *Formica rufa* L. aus dem Gebiet von Kiestinki. Die Nester waren in einem trockenen Waldstück, das in forstlicher Nutzung stand und nicht moorig durchsetzt war.

Im Urwaldgebiet von Uhtua habe ich nur *Formica aquilonia* gefunden.

Die Forstentomologie in der russischen Zeitschrift „Lesnoje chosjaistwo" (Forstwirtschaft)

Jahrgang 1957

Von L. Brammanis, Stockholm

Talalajev, E. V.: *Bakteriologische Methode zur Bekämpfung des sibirischen Spinners*[1]. I, 36. (Aus dem Institut für Physiologie und Mikrobiologie der Universität Irkutsk.)

Der Gedanke, Mikroorganismen zur Bekämpfung schädlicher Insekten anzuwenden, stammt von Metschnikov (1879). In der UdSSR sind von Pospelov einige erfolgreiche Versuche in dieser Richtung durchgeführt worden. Diese, wie auch andere, zufriedenstellende Resultate bei der bakteriologischen Bekämpfung von *Popilla japonica* in den USA verdienen ernste Aufmerksamkeit. Im Auftrage der Centralen forstlichen Versuchsanstalt hat das mikrobiologische Institut der Universität Irkutsk eine umfangreiche Arbeit durchgeführt, um auf bakteriologischem Wege den gefährlichen sibirischen Spinner zu bekämpfen.

Die bakteriologische Bekämpfung unterscheidet sich von der chemischen vor allem dadurch, daß die Infektion sich von selbst verbreitet, daß die Wirkung der Bakterien allmählich eintritt und daß die Ausbreitung der Seuche durch Niederschläge begünstigt wird. Die bakteriologische Bekämpfung kann auch als prophykalische Maßnahme verwendet werden.

Bei Feldversuchen ist bei der Beurteilung der Wirkung von Bakterien sehr wichtig, die primäre Erkrankung der Raupen von einer sekundären zu unterscheiden. Im ersten Falle handelt es sich um eine direkte Infektion durch das bakteriologische Präparat, im anderen um eine Erkrankung durch Kontakt mit schon infizierten Raupen. Bei der Beurteilung des Erfolges muß auch der allgemeine Gesundheitszustand der Raupen nach der Überwinterung in Betracht gezogen werden.

Das für die Bekämpfungsversuche verwendete Präparat wurde aus Sporen eines Erkrankungserregers hergestellt, der im Jahre 1949 eine heftige Massenverseuchung von *Dendrolimus sibiricus*-Raupen hervorgerufen hatte. Die gefundenen, stäbchenförmigen Spinnbazillen erwiesen sich als hoch pathogen für alle Raupenstadien und außerdem äußerst immun gegen Austrocknen durch direkte Sonnenbestrahlung. Die Infektion geschieht während der Nahrungsaufnahme. Es wurde dabei festgestellt, daß auch kurz vor der Verpuppung infizierte Raupen der Krankheit ebenfalls erlagen.

Für Warmblüter ist die Spinnerbazille unschädlich. Die Bekämpfungsversuche wurden in Cederbeständen[2] durch Masseneinsatz von Raupen auf

[1] *Dendrolimus sibiricus.* Ref.

[2] *Pinus cembra sibirica.*

Probeflächen, die man vorher mit dem Präparat behandelt hatte, wiederholt durchgeführt. Im Jahre 1955 wurden für diesen Zweck 150 000 Raupen im 4. Raupenstadium verwendet und im folgenden Jahre wurde der Versuch mit 100 000 Raupen des 5. und 6. Stadiums wiederholt. Die Raupen wurden am 31. Mai eingesetzt. Die ersten Erkrankungssymptome zeigten sich schon am 3. Juni, und am 11. Juni erreichte die Mortalität der Raupen 84 %. Zur Zeit des Schlüpfens des Falters konnte eine Mortalität von 99,8 % der gesamten Schädlingspopulation festgestellt werden. Bekämpfungsversuche mit älteren Raupen bewiesen eine äußerst dauerhafte Wirkung des Präparates, so z. B. starb der überwiegende Teil der kurz vor der Verpuppung behandelten Raupen nicht im gleichen Jahre, sondern erst im folgenden Frühjahr nach Verlassen der Bodenstreu.

Bei der Verwendung des bakteriologischen Präparates in der Praxis hat die sekundäre Infektion der Raupen eine große Bedeutung.

Die an den Zweigen hängenden, toten Raupen können die gesunden Raupen nicht nur durch direkte Berührung infizieren, sondern auch durch Niederschläge kann die Seuche auf die unteren Zweige der Bäume übertragen werden. Bei Herstellung des Präparates muß für ein geeignetes Nährungssubstrat für die Züchtung der Bakterien gesorgt werden[3].

Gukasjan, A. B. und Kolomijez, N. G.: *Versuch zur Bekämpfung des sibirischen Spinners*[4] *mit Hilfe der Spinnerbazille.* I, 38. (Aus der westsibirischen Filiale der Akademie der Wissenschaften der UdSSR).

Im Jahre 1953 wurden in einem Revier des Distriktes Tomsk Versuche durchgeführt, den sibirischen Spinner mit bakteriologischen Präparaten zu bekämpfen; die Präparate wurden im Laboratorium des mikrobiologischen Institutes der Universität Irkutsk hergestellt[5].

Die Hauptversuche wurden zwischen dem 6. und 18. August durchgeführt. Bei einem Vorversuch wurden die Raupen auf 4 Käfige verteilt und in 3 von diesen mit infizierten Zweigen gefüttert. Während die Entwicklung des Schädlinges in dem Kontrollkäfig normal verlief, erreichte die Mortalität der infizierten Raupen 92–97 %. Am wirksamsten erwies sich eine Bazillenkultur örtlicher Herkunft. Die größte Widerstandskraft zeigten Raupen im 3. Stadium, während die des 1. und 2. sehr hohe Empfindlichkeit gegen die Seuche aufwiesen.

Dem Vorversuche folgte ein Großversuch, bei dem auf zehn einzelnen Bäumen je 10 000 Raupen verteilt wurden. Die Versuchsflächen wurden von Gräben umgeben, und um die Auszählung der toten Raupen zu erleichtern, wurde gleichzeitig auch die Bodenstreu entfernt. Das Präparat wurde mit Hilfe einer Rückenspritze auf die Bäume gestäubt. Im Ganzen wurden bei diesen Versuchen Bazillenträger dreier Herkünfte ausprobiert. Die Kontrolle erfolgte am 4. Tage nach der Behandlung. Das Präparat der Universität Irkutsk ergab 87 % Mortalität, ein Präparat aus Altuj 86 %, und das örtlicher Herkunft 96 % der gesamten Raupenpopulation.

Es hat sich erwiesen, daß Puppen des Spinners, die infizierten Raupen ent-

[3] Über die Technik des Herstellens des Präparates wird nichts näher bekannt gegeben. Ref.

[4] *Dendrolimus pini.* Ref.

[5] Siehe vorigen Aufsatz.

stammen, nicht von den gewöhnlichen bei *Dendrolimus* vorkommenden Dipteren-Sarcophagiden angegriffen wurden. Die toten Raupen wurden auch Ameisen, Spinnen und *Coprophagiden* als Nahrung angeboten, wobei jedoch keine Erkrankungen hervorgerufen werden konnten.

Rožkov, A. S. *Brandgeschädigte Kieferndickungen: gefährliche Schädlingsherde.* I, 71. (Aus der ostsibirischen Filiale der Akademie der Wissenschaften der UdSSR.)

Ein kurzer Bericht über massenhaftes Vorkommen von *Orthomicus suturalis* und *Pissodes notatus* auf Waldbrandflächen in Sibirien (Bajkal), wo diese Schädlinge nicht nur durch Brand stark beschädigte sondern auch vollkommen lebensfähige, junge Kiefern angreifen und abtöten.

Pokozij, I. T.: *Ein gefährlicher Eichenschädling.* I, 72. (Aus dem landwirtschaftlichen Institut Charckov.)

Ein kurzer Bericht über ein schädliches Auftreten von *Leptus apterus* an jungen Eichen, bei denen die Käfer die jungen, noch nicht verholzten Triebe in so starkem Maße beschädigten, daß die 6jährigen Pflanzen krüppelige Formen annahmen und die Kulturen infolge des Angriffes sich nicht schließen konnten. *Leptus apterus* soll auch andere Holzarten in ähnlicher Weise angreifen. Im Jahre 1953 wurde der Schädling mit 12% HCH mit Erfolg bekämpft, wobei man die Ausgangslöcher der Schlupfwinkel der Käfer im Boden mit 0,3–0,5% Gift je Loch bestäubte.

Sinadskij, J. V.: *Schädlinge der Auenwälder im unteren Flußlauf des Amu-Darja.* II, 24. (Aus dem Moskauer Forsttechnischen Institut.)

Die gebüschartigen Auenwälder von Amu-Darja bestehen hauptsächlich aus Tamarix, Elaeagnus und einigen Salix-Arten, darunter die „Wilhelm Weide" (der lateinische Name ist leider nicht angegeben, Ref.) sowie der Sandakazie und aus einer Reihe anderer Wüstensträucher. Diese Auenwälder mit ihren mächtig entwickelten Wurzeln schützen nicht nur die Ufer des reißenden Stromes gegen Ausspülung, sondern dienen auch als Holzversorger dieses ausgedehnten transkaspischen Wüstengebietes. Aus diesen Gründen hat auch das Auftreten von Schadinsekten in diesen Waldungen eine nicht geringe wirtschaftliche Bedeutung.

Bei Untersuchungen, die in den Jahren 1954–1955 unternommen wurden, stellte man 160 Schädlingsarten fest, darunter nicht nur Laubfresser, sondern auch Wurzelschädlinge. Am meisten leidet Tamarix unter Schädlingsbefall, an der allein 60 Schädlingsarten festgestellt wurden. Die gefährlichsten dieser Schädlinge sind folgende: der Blattkäfer *Dhirhabda elongata* Bre., die Cikade *Cicatetta musica* var. *caspica* Kalt., und der Holzbohrer *Holocerus* sp. Die bis zu 75 mm großen Raupen des Holzbohrers leben in Mengen in Wurzeln von Tamarix. Als Schädlinge treten auch einige Gallenerzeuger auf, z. B. der Rüsselkäfer *Nanophyes* sp. und die Gallmotte *Paparodia* sp. Zu den Schädlingen kann auch der öfter vorkommende *Xylogenes turcomaniens* Furs. spe. nov. *(Bostrichidae)* gerechnet werden. Dieser nagt Gänge im Holze

von Stämmen und Ästen. Auf den Weiden kommen mehrere Curculioniden wie *Platymycterus trapezcollis* F., *Chloebius* sp., *Rhyncherus* sp. vor. Das Holz von Salix-Arten wird von mehreren Buprestiden und Ceramyciden sowie *Lyctus*-Arten befallen.

Es wurde ein gewisser Zusammenhang zwischen dem Vorkommen einiger Holzschädlinge und der Verbreitung von Polyporaceae-Pilzen festgestellt, z. B. ist der Pilz *Inontus pseudohispidulus* Kr. et. Schn. mit der Entwicklung des Regenbogenprachtkäfers eng verbunden. Diesselbe Abhängigkeit findet zwischen dem Vorkommen des Holzbohrers *Holocerus* und dem des *J. tamaricus* m. f. *corneus* M. B. statt. Verfasser fordert Maßnahmen zur Bekämpfung dieser Schädlinge mit modernen Insektiziden wie DDT und HCH.

Djadjedschko, N. P.: *Verwendung der Muscardine Beauveria bassiana zur Bekämpfung von blattfressenden Insekten.* II, 27.

Die Laubbäume der Waldschutzstreifen in der Ukraine werden oft von dem Ulmenblattkäfer, *Galerucella luteola* Muls. und dessen Larven stark befallen. Zur Bekämpfung des Schädlinges wurde ein Präparat aus der Muscardine hergestellt und dem DDT beigemischt, um dadurch die Widerstandskraft der Larven herabzusetzen, so daß diese der Krankheit leichter erliegen.

Mit dem mit DDT beigemischten Muscardine-Präparat wurde eine ca. 4 ha große, aus Ulmen bestehende Parkanlage mit Hilfe einer Traktorspritze behandelt. Es wurden je ha 600 Liter Flüssigkeit gespritzt. Das Gewichtsverhältnis von dem Muscardine-Präparat und DDT war 2:8. Die Kontrolle erfolgte durch Auszählung der Larven auf 10 Probebäumen und 200 Blättern je Baum. Aus den Ergebnissen ist zu ersehen, daß vor der Bespritzung (am 16. Juni) auf insgesamt 2000 Blättern 1421 *Galerucella*-Larven gezählt wurden. Fünf Tage nach der Bekämpfung wurden an derselben Anzahl behandelter Blätter von 10 Bäumen durchschnittlich 517 und auf unbehandelten Bäumen 14 304 Larven des Schädlings gezählt. 10 Tage nach der Bespritzung wurden auf behandelten Blättern nur noch 14 Larven gefunden, während auf den Kontrollbäumen die Schädlingspopulation fortdauernd hoch war (11 033 Larven auf 2000 Blättern). Bei weiteren Versuchen wurde festgestellt, daß verpuppungsreife Larven des Blattkäfers durch das Präparat getötet wurden.

Daß die Muscardine in Verbindung mit DDT ein bewährtes Mittel auch gegen andere Schädlinge ist, wurde durch Bekämpfungsversuche gegen *Porthetria dispar* und *Nygmia phaeorrhoea* bestätigt.

Zur Herstellung des Präparates hat das Ukrainische Forschungsinstitut ein Verfahren ausgearbeitet, bei dem für die Züchtung der Muscardine mit gutem Erfolg Mais verwendet wird. Das DDT übt auf die Muscardine keine nachteilige Wirkung aus.

Kukolevskij, A. K.: *Bekämpfung der Lärchenblattwespe*[6] *mit HCH-Nebelpatronen.* IV, 38.

Beim Massenauftreten der großen Lärchenblattwespe im Jahre 1956 in drei Forstämtern des Distrikts Kalinin wurde ein Großversuch, den Schäd-

[6] *Holcocneme Erichsonii* Htg. Ref.

ling mit HCH-Nebelpatronen zu bekämpfen, durchgeführt. Zur Behandlung wurden drei je 0,5, 0,9 und 13 ha große Versuchsflächen in 10–20jährigen reinen Lärchenbeständen gewählt.

Zur Zeit der Bekämpfung befanden sich die Afterraupen der Blattwespe vorwiegend im ersten und zweiten, teilweise jedoch schon im vierten und fünften Altersstadium (Versuchsfläche III).

Die Eigenschaft der Afterraupen der großen Lärchenblattwespe, sich sogar bei heftigem Schütteln an den Nadeln festzuhalten, ist für eine erfolgreiche Bekämpfung von großer Bedeutung, da dadurch die Wirkung des Giftes verlängert wird.

Da vor dem Einsatz der Nebelpatronen die Windrichtung und Windstärke durch Anlegen von Feuer genau festgestellt wurde, konnte eine gleichmäßige Verteilung der Giftwolke über die ganze Versuchsfläche durch zusätzlichen Einsatz von HCH-Patronen an den nötigen Stellen erzielt werden.

Bei der Auswertung des Erfolges nach Verlauf von 10 Stunden wurde auf den beiden ersten Versuchsflächen eine Mortalität von 88–92% und auf der Versuchsfläche III 74% der gesamten Schädlingspopulation festgestellt. Bei Afterraupen der drei ersten Alterstadien war die Mortalität eine 100%ige. Die Afterraupen, die trotz der Behandlung der Giftwirkung scheinbar entkamen und sich zur Verpuppung 1,5–2 cm tief in den Boden gruben, wurden nach 36 Stunden ebenfalls tot gefunden.

Die Bekämpfung mit HCH-Patronen hat durch ihre einfache Anwendung große Vorteile im Vergleich zur Bestäubung oder Bespritzung. Man darf jedoch nicht ganz außer acht lassen, daß durch diese Bekämpfungsmethode auch alle nützlichen Insekten getötet werden, so daß man nur dann eingreifen sollte, wenn den Beständen wirklich ernste Gefahr droht. Die Bekämpfung muß sich vor allem gegen jüngere Raupenstadien richten und sollte sich auf kleineren Flächen zu Beginn der Massenvermehrung konzentrieren. Eine Voraussetzung für rechtzeitiges Eingreifen ist eine sorgsame Überwachung der bedrohten Bestände.

Mischin, A. V.: *Die Waldzecke*[7]*, ein Überträger des Enzephalitis-Virus*[8]. IV, 10. (Aus der Abteilung für Biologie des Medizinischen Institutes Ischevsk.)

Der Milbenenzephalitis ist eine gefährliche Gehirnentzündung bei Menschen. Die Krankheit wurde erst in den Jahren 1937–38 im Fernen Osten entdeckt und ist mit Aufenthalten im Walde verbunden. Es hat sich jedoch bald herausgestellt, daß die Krankheit in der UdSSR eine bedeutende Ausbreitung hat – von den westlichen Waldgebieten bis zur Küste des Stillen Ozeans.

Der Krankheitserreger ist ein Virus, der durch Zeckenstiche in den menschlichen Körper übertragen wird.

Die Zecken überwintern in der Waldstreu, verlassen diese im zeitigen Frühjahr und klettern auf Grashalme und andere Gewächse, an denen sie sich mit den Hinterbeinen festhalten, mit den Vorderbeinen eine Art

[7] *Ixodes* sp. Ref.

[8] Obwohl der Aufsatz eigentlich kein forstentomologisches Interesse hat, hält Ref. es für wünschenswert, ihn dennoch wiederzugeben.

winkende Bewegung ausübend auf ein warmblütiges Tier warten. Die Tarsen der Vorderbeine sind mit Sinnesorganen ausgerüstet, die der Zecke das Nahen eines Tieres wahrzunehmen ermöglichen, um sich zum Angriff vorzubereiten. Sobald die Zecke mit einem Tier in Berührung gekommen ist, klammert sie sich an dessen Behaarung fest und sucht eine geeignete Stelle zum Blutaufsaugen. Die Weibchen saugen 8 bis 12 Tage und werden gleichzeitig durch die herumkriechenden Männchen befruchtet. Die saugen nur einige Minuten. Das Gewicht einer Zecke nimmt von 2 mg vor dem Saugen bis 200–600 mg zu, nachdem das Tier vollgesaugt zu Boden fällt. Die Eiablage geschieht alsdann je nach Umständen (Temperatur, Lage usw.) nach 7–30 Tagen. Im Laufe von 2–3 Wochen legt ein Weibchen bis zu 3000 Eier ab. Die Larve ist höchstens 0,5 mm groß und besitzt im Unterschied zum Nymphenstadium und dem erwachsenen Tier nur 3 Paar Beine. Die Larve kann 2 Jahre ohne Nahrung leben, findet jedoch gewöhnlich bald nach dem Schlüpfen ein geeignetes Wirtstier wie kleinere Nagetiere, Igel, Maulwürfe usw. Die Larve ernährt sich 3–4 Tage, fällt zu Boden und verwandelt sich bei günstigen Verhältnissen in eine Nymphe. Diese ist dreimal größer als die Larve, besitzt 4 Paar Beine und ist auch im übrigen einer erwachsenen Zecke sehr ähnlich. Als Wirtstiere dienen auch für das Nymphenstadium mäuseartige Nagetiere sowie das Eichhörnchen, der Hase und auch andere kleine Tiere.

Die Nymphe saugt wie die Larve nicht länger als 3–4 Tage und verwandelt sich alsbald in ein erwachsenes Tier. Die Nymphen greifen den Menschen äußerst selten an. Die Larven, zufällig auf Menschenhaut geraten, sind nicht imstande, diese zu verletzen und sich daran festzuklammern. Der Mensch wird von erwachsenen Weibchen und Männchen angegriffen, wobei die Tiere im Frühjahr an warmen Nachmittags- und Abendstunden am lebhaftesten sind. Die erwachsenen Zecken greifen alle größeren Warmblüter an, darunter nicht nur Wild, sondern auch Haustiere. Die Entwicklung der Zecke von Ei zu Ei dauert 4 Jahre.

Die Vermehrung des Virus im Körper der Zecke geht sehr schnell vor sich, so daß schon nach 40 Tagen die Konzentration ein 1000faches übersteigt.

Wenn eine Zecke im Larvenstadium von dem Virus infiziert wird, so geht der Krankheitserreger auch auf die folgenden Entwicklungsstadien über, so daß dann von den infizierten Weibchen auch infizierte Eier abgelegt werden.

Die Vermehrung der Zecken – Virusträger – nimmt stark zu, gleichzeitig jedoch wächst auch die Anzahl der immun gewordenen Tiere, so daß schließlich der Grundbestand der Tiere, die im Bereiche eines natürlichen Erregerherdes leben, mit der Zeit vollkommen immun gegen diese Viruskrankheit wird. Gesunde Tiere können nicht mehr infiziert werden, und der Krankheitserreger stirbt alsbald von selbst aus. Der Prozeß beginnt bei Eintreffen neuer Tiere von neuem.

Zur Vernichtung der Zecken wurden Bestäubungen der infizierten Waldflächen mit DDT und HCH mit gutem Erfolg durchgeführt.

Losinskij, V. A.: *Der Eichenspinner – ein Forstschädling im Süden der UdSSR.* V, 40. (Aus dem Institut für Entomologie und Phytologie der Akademie der Wissenschaften der Ukrainischen SSR.)

Raupen des Eichenspinners, *Thaumetopoea processionea* L. ernähren sich ausschließlich vom Laub verschiedener Eichenarten, wobei die Wintereiche

weniger als die Sommereiche durch den Angriff leidet. Zur Zeit des Laubaustriebes bei der Wintereiche haben nämlich die Raupen der Sommereiche schon das dritte Altersstadium erreicht. Das Hauptschadareal in der UdSSR umfaßt Waldgebiete nordwestlich von Odessa, die südwestlichen Teile des Distriktes Vinniza und den westlichen Teil der Transkarpaten. Nähere Untersuchungen über die Entwicklung und Maßnahmen zur Bekämpfung des Schädlings wurden in zwei Forstämtern des Distriktes Odessa durchgeführt.

Das Schwärmen der Falter geschieht Anfang August. Die Eier werden in 2–4 cm langen und 0,4–0,5 cm breiten Reihen an dünnen (1 cm) Zweigen im oberen Teil der Kronen abgelegt. Eine Eiablage besteht gewöhnlich aus 5–8 Reihen mit 150–300 Eiern. Das Eistadium dauert 8½ Monate – von Mitte August bis Anfang Mai. Das Massenschlüpfen der Raupen wurde am 4. Mai beobachtet. Es wurde festgestellt, daß die Raupen des ersten Stadiums die Blätter skelettieren, während die älteren Raupen diese vollkommen verzehren. Eine Raupe des zweiten Raupenstadiums frißt im Laufe von 24 Stunden 3,5 mg Laub, im dritten Stadium 8 mg, im vierten 48,5 mg, im fünften 85,7 mg und im letzten Stadium 194,3 mg Laub. Im ganzen verzehrt eine Raupe des Spinners bis zur Verpuppung 3,2 g Eichenlaub. Einen großen Einfluß auf den Verlauf der Entwicklung haben die Wetterverhältnisse. Bei regnerischem Wetter fressen die Raupen wenig, werden träge und sterben bei anhaltendem Regenwetter massenweise ab.

Die Hauptherde beschränken sich auf lichte Bestände und Waldränder. Die Ermittlung der Raupenpopulation geschieht durch Auszählung der Raupengespinste. Für genauere Prognosen müssen diese Angaben durch Untersuchungen des Gesundheitszustandes der Raupen und Angaben über neue Eiablagen ergänzt werden. Messungen der Kopfkapselbreite für alle 6 Altersstadien der Raupen ergaben folgende Zahlen: I–0,4 mm, II–0,7 mm, III–1,2 mm, IV–2 mm, V–2,9 mm, VI–3,4 mm.

Als zuverlässiges Bekämpfungsmittel wird 5,5% DDT gemischt mit 12% HCH empfohlen (HCH nicht mehr als 70%). Dosierung gegen Raupen der zwei ersten Stadien beträgt 10–12 kg/ha, gegen ältere Raupen 20 kg ha. Mit gutem Erfolg kann auch eine Lösung von 5–8% DDT in Dieselöl verwendet werden; Dosierung 25–30 kg/ha.

Der Arbeit sind 4 Abbildungen über die Entwicklungsstadien des Schädlings und eine Entwicklungstabelle beigefügt.

Biologische Methoden zur Bekämpfung der Schädlinge. V, 77.

Vom 19.–21. März 1957 wurde in Leningrad im Auftrage des zoologischen Institutes der Akademie der Wissenschaften der UdSSR eine Tagung abgehalten, die speziell den Problemen der biologischen Schädlingsbekämpfung gewidmet wurde. An der Tagung nahm eine Reihe verschiedener wissenschaftlicher Institutionen teil, darunter das zoologische Institut der Akademie der Wissenschaften in Leningrad, die entsprechenden Filialen der Akademie in den verschiedenen Teilen der Sowjetunion, sowie die Centrale Pflanzenschutzanstalt, deren Filialen in den anderen Republiken der Sowjetunion, sowie schließlich Vertreter entsprechender Institutionen an Hochschulen und Forschungsanstalten in der Sowjetunion und einigen anderen Ländern wie Polen und Tschechoslowakei.

Es wurden mehrere Vorträge gehalten, besonders über Versuche zur bio-

logischen Bekämpfung des sibirischen Kiefernspinners (Kolomijez). Betreffend der Forstschädlinge wurden Richtlinien zur Erforschung und Ausarbeitung von Methoden der biologischen Bekämpfung festgestellt, dabei in erster Linie gegen die beiden Kiefernspinner, die Kiefernbuschhornblattwespe und die Kiefernrindenwanze. Zur Werkstellung der Erforschung und Anwendung von biologischen Bekämpfungsmethoden sollen eine Reihe spezieller Institute mit entsprechender Ausrüstung angelegt und eine engere Zusammenarbeit auf diesem Gebiet begünstigt werden.

Ivliev, L. A.: *Über eine rationelle Benutzung von Beständen, die in Folge des Kiefernspinnerangriffes absterben.* VI, 54. (Aus der fernöstlichen Filiale der Akademie der Wissenschaften der UdSSR.)

Die Verheerungen des sibirischen Kiefernspinners[9] richten sehr umfangreiche Schäden in den Wäldern im fernöstlichen Küstengebiet und in Westsibirien an. Es ist deswegen wichtig klarzulegen, ob und wann die beschädigten Bestände abgeholzt werden können. Nicht weniger wichtig ist es, nach dem Grade der Beschädigungen sichere Anhaltspunkte für Prognosen bezüglich der Lebenskraft und Erholung der angegriffenen Bestände festzustellen. Die Widerstandskraft der durch den Spinner beschädigten Bestände ist nicht nur von der Stärke des Befalles, sondern auch von einer Reihe anderer Faktoren, wie Holzart, Alter, Lage usw. abhängig. Dürre, Waldbrand und Auftreten von sekundären Schädlingen üben ebenfalls einen großen Einfluß auf das Absterben der durch Angriff des Spinners schon teilweise geschwächten Bestände aus.

Von allen Holzarten, die der sibirische Kiefernspinner angreift, sind *Larix sibirica* und *Larix daurica* am widerstandskräftigsten. An zweiter Stelle sind die sibirische und koreanische Ceder und die sibirische Fichte zu nennen. Die geringste Widerstandskraft weist die sibirische Tanne, *Abies sibirica*, auf.

Die äußerst große Widerstandskraft der Lärche ist durch das jährliche Abfallen der Benadelung zu erklären. Ein vollkommenes Absterben ist nur nach zweimaligem, sogar erst nach dreimaligem Kahlfraß zu erwarten, und dann wohl gewöhnlich im Zusammenhang mit dem Auftreten von sekundären Schädlingen.

Die Ceder stirbt bei 70–80% Nadelverlust ab. Die sibirische Fichte wird bei 75–80% Verlust der Benadelung im folgenden Jahre durch sekundäre Schädlinge angegriffen. Die Bäume sterben infolgedessen allmählich ab. Die sibirische Tanne geht schon bei einem Verlust von 50% der Nadeln zugrunde. Die Bäume werden alsbald von sekundären Schädlingen befallen, die ihrerseits das Absterben beschleunigen.

Bei Untersuchungen, den Einfluß von Bestandesalter und Bestandeszusammensetzung festzustellen, hat sich erwiesen, daß in reinen Nadelholzbeständen, besonders mit Beimischung der Tanne, das Absterben schneller vor sich geht als in Mischbeständen.

Jungholz, reife Bestände sowie Überhälter sind weniger widerstandskräftig als mittelalte Bestände.

Bestände, die vor dem Angriffe des Spinners durch Dürre, Waldbrand, fehlerhafte Abholzungen geschwächt wurden, haben geringere Aussichten den

[9] *Dendrolimus sibiricus.* Ref.

Angriff zu überstehen als gesunde, gut geschlossene Bestände des gleichen Alters, in der gleichen Beschaffenheit und Lage.

Der obenangeführte Prozentsatz, der nach dem Angriff des Spinners erfolgten Entnadelung soll als Kriterium zur Beurteilung der Anwendung von Bekämpfungsmaßnahmen dienen. Übersteigt der Nadelverlust die für jede Holzart angegebenen Zahlen, muß eine Bekämpfung als unwirtschaftlich angesehen werden. Zur besseren Verwertung der zur Abholzung bestimmten Bestände muß mit dieser sofort begonnen werden und in Tannenbestände im Laufe von 2, und in Ceder- und Fichtenbeständen im Laufe von 3 Jahren beendet werden.

Zinnovskij, J.: *Feststellung der Verpuppungszeit bei Maikäferengerlingen.* VI, 56. (Aus dem zoologischen Institut der Akademie der Wissenschaften Lettlands.)

Bei der Durchführung von Bekämpfungsmaßnahmen gegen den Maikäfer ist es oft wichtig, vorher den Anteil der gesamten, der in Frage kommenden und der sich im folgenden Jahre verpuppenden Engerlingspopulation zu bestimmen.

Nach äußeren Merkmalen wie Körpergröße, Farbe, Bau der Mandibeln usw. ist eine sichere Aufstellung der Prognose unmöglich.

Verfasser hat eine Methode der Verpuppungsprognose ausgearbeitet, bei der die Genitalien der Engerlinge als Kriterium für die Feststellung der Verpuppungszeit dienen, und zwar die Breite der Geschlechtsdrüsen bei den Männchen und die Länge der Ovarien. Bei Engerlingen, die sich in demselben Jahre verpuppen, sind die Samendrüsen mindestens 1,2 mm breit und die Eiröhrchen nicht weniger als 0,65 mm lang. Die gleichen Zahlen kann man schon im August des Vorverpuppungsjahres erhalten.

Die Analyse und Messung der Engerlingsgenitalien bedingt keine großen Schwierigkeiten und das Präparieren des Materials ist mit einfachen Mitteln durchführbar. Man entfernt den Kopf und den Brustteil des Engerlings und schneidet längs der beiden Abdomenseiten je einen 1–2 mm breiten Hautstreifen ab. Nach folgender Trennung der beiden Abdomenteile können gleichzeitig die auf dem 7. Abdomensegment befindlichen Genitalien freigelegt werden. Diese sind von Fettkörpern umgeben und liegen in einer Ebene mit den blinden Anhängen des Mitteldarmes. Für die Messung der Genitalien bedient man sich eines gewöhnlichen Okularmikrometers, wobei man die störenden Partikel des Fettkörpers zunächst mit einer Präpariernadel beseitigt. Für die Aufstellung einer sicheren Prognose müssen mindestens 30 Engerlinge untersucht werden. Die Anwendung dieser Methode hat bei dem Vorkommen von mehreren Maikäfer-Stämmen in einer Gegend besonders große Bedeutung[10].

[10] Verfasser berichtet weit ausführlicher über die beschriebene Methode in seiner umfangreichen Art: „Die biologischen Grundlagen für eine Prognosestellung über Maikäferlarvenverpuppung." Riga 1958, Verlag der wissenschaftlichen Akademie Lettlands. 355 Seiten mit zahlreichen Abbildungen. Russisch mit deutscher Zusammenfassung. Ref.

Padij, N. N., Spektor, M. R.: *Anwendung von DDT zur Bekämpfung von Schädlingen in Baumstämmen.* VI, 84.

Bericht über einen Versuch zur Bekämpfung von *I. stenographus* und *Blastophagus piniperda* an Kiefernstämmen, wobei eine Lösung von 5% DDT in Brennöl verwendet wurde. Die Behandlung erfolgte als sich die Larven der Schädlinge halb entwickelt hatten. Die Dicke der Rinde der Versuchsstämme betrug 1 bis 5 cm und die Dosierung per Laufmeter Rindenfläche belief sich auf 200 g Lösung. Die Kontrolle wurde nach 2 Wochen unternommen. Die Ergebnisse des Versuches sind aus folgender Tabelle zu ersehen:

Art der Stämme	Prozentsatz					
	Larven		Puppen		Jungkäfer	
	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot
Dicke Rinde 3–5 cm	–	10,7	12,8	8,9	30,5	37,1
Mitteld. Rinde 1–1,5 cm	–	43,1	3,8	6,7	7,8	38,6
Dünne Rinde bis 1 cm	–	81,5	1,1	5,3	–	12,1
Unbehandelt						
Mitteldicke Rinde	–	0,6	0,4	0,1	98,9	–

Kolomijez, N. G.: *Neue Angaben über die Parasiten des sibirischen Spinners*[11]. VII, 57.

In Westsibirien wurden mehr als 50 Parasitenarten des Spinners festgestellt. Von den primären Parasiten haben die Eiparasiten die größte Bedeutung. Diese sind auch am leichtesten zu züchten. Es wurden folgende Arten festgestellt: *Telenomus gracilis* Mayr., *Trichogramma dendrolimi* Mats., *Ooencyrtus pinicola* Mats., *Pachyneuron solitarius* Rtzb.

Telenomus überwintert in der Bodenstreu, verläßt diese im zeitigen Frühjahr, lebt im Walde und auf Wiesen usw. und sammelt sich im Juli an Orten, wo die meisten Puppen des Spinners sich befinden. Während des Schwärmens der Falter verkriechen sich die Parasiten unter den Flügeln der Falter. Man kann bei einem einzigen Falter in dessen Behaarung an der Basis der Vorderflügel 40 und mehr *Telenomus* finden. Auf diese Weise werden die Schlupfwespen von dem Wirtstier zur Eiablagestelle transportiert. Der Parasit belegt nur frische Eier. Die Weibchen sterben sofort nach der Eiablage ab, die 1 bis zu 16 Tage dauern kann; das Männchen stirbt sofort nach der Kopulation. Falls keine Wirtstiere vorhanden sind, lebt das Parasitenweibchen mehrere Monate (5–6). Männchen, die keine Weibchen finden, können mehr als einen Monat leben. Ein *Telenomus*-Weibchen legt im ganzen 53 bis 229 Eier. In ein Wirtsei werden 3 bis 29 Parasiteneier gelegt. Die Entwicklung des Parasiten dauert bei 23° C 17–19 Tage. Die Anzahl der durch *Telenomus* parasitierten Eier des Spinners kann 75–95% erreichen.

Ein anderer, wichtiger Parasit ist die Schlupfwespe *Trichogramma*, durch die in den Kiefernwäldern bis zu 35% der Wirtseier belegt werden. Die Entwicklung von *Trichogramma* dauert 10 bis 12 Tage.

Durch *Ooencyrtus pinicola* werden nicht mehr als 1% der Eier parasitiert. Die Entwicklung dauert 24–27 Tage. Ein Weibchen legt ca. 100 Eier ab. Ein Wirtsei wird mit 2–4 Parasiteneiern belegt.

[11] *Dendrolimus sibiricus.* Ref.

Pachyneuron solitarius ist ein sekundärer Parasit. Er parisitiert Eier, die schon durch *Telenomus* oder *Trichogramma* belegt worden sind. Der Entwicklungsverlauf ist der gleiche wie bei *Telenomus*. In einigen Gebieten wurden von diesem Parasit bis 80% schon durch andere Parasiten belegten Eier parasitiert.

Die Bekämpfung des Spinners mit DDT reduziert die Eiparasitenpopulation zeitweilig um das 10–12fache. Es wurde jedoch beobachtet, daß die Zahl der parasitierten Wirtseier dennoch genügend hoch war, so daß die chemische Bekämpfung für die Eiparasiten nicht besonders nachteilig war.

Schapovalov, A. A.: *Der große Pappelglasschwärmer*[12] *– ein gefährlicher Schädling.* VIII, 46.

Eine der Hauptursachen des zahlreichen Absterbens von Pappelanpflanzungen in dem südöstlichen Steppengebiet ist das schädliche Auftreten des Glasschwärmers in Wurzeln von 3- bis 30jährigen Pappeln. So z. B. wurden in Wurzeln einer 5jährigen Balsampappel 187 Raupen und in einer ca. 40jährigen Kanadischen Pappel 246 Raupen des Schwärmers gezählt. In der Waldschutzstreifenzone im Forstamt „Kamennaja Stjepj" wurden in Wurzeln absterbender, 15- bis 30jähriger Balsampappeln 200 bis 600 Raupen gezählt. Eben dort wurden Flachwurzeln von *Populus tremulae* durch die Raupen so stark geringelt, daß der Aspennachwuchs massenweise abzusterben begann. In einem Forstamt im Distrikt Grosnij konnten im Wurzelausschlag von *Populus nigra* bis zu 350 Raupen gezählt werden.

Unter dem Befall des Glasschwärmers leiden am meisten Pappelanpflanzungen mit gelber Akazie als Unterbau, wodurch eine Verarmung und Austrocknung des Bodens entsteht, was wiederum andererseits für die Entwicklung des Schädlings günstige Vorbedingungen schafft. An solchen Stellen werden oft 80—100% aller Pappeln angegriffen. Am geringsten leiden unter dem Angriff des Schädlings solche Waldstreifen, die roten und schwarzen Holunder als Unterwuchs haben, der zur Bildung einer kräftigen Waldstreuschicht beiträgt, die die der Oberfläche am nächsten liegenden Wurzeln der Pappel bedeckt. Die Bodenstreu aus Holunder wirkt außerdem tödlich auf die Raupen der Glasschwärmer, da sie Blausäure enthält und Jungraupen des Schädlings tötet.

Zur Eiablage wählt das Falterweibchen eine geeignete Stelle am Baumstamm, doch nicht höher als 2 m über dem Boden. Während der Eiablage läßt das Weibchen, sich am Stamme bewegend, einzeln die Eier zu Boden fallen, die rings um den Stamm verteilt werden. Die Eier werden partienweise und insgesamt 2500 per Weibchen abgelegt. Die aus den in die Erdritzen gefallenen Eiern geschlüpften Räupchen begeben sich unmittelbar zu den nächsten Wurzeln. Anfangs werden Freiwurzeln benagt, später dringen die Räupchen ins Innere der Wurzeln ein, wo die Zerstörungsarbeit allmählich zunimmt und zunächst zum frühzeitigen Laubabfall führt, bei fortdauerndem Angriff jedoch die Bäume allmählich abtötet. Die Generation des Schädlings ist eine 2jährige. Als Vorbeugungsmaßnahme muß nicht nur ein geeigneter Unterwuchs gewählt sondern auch die Empfindlichkeit verschiedener Pappelarten berücksichtigt werden. Am wenigsten werden folgende

[12] *Aegeria apiformis* Cl. Ref.

Pappelarten angegriffen: *Populus nigra* (auch die Pyramidenform), *P. alba, P. canadensis, P. berolinensis* und vor allem die chinesische Pappel *(P. simonii)*. Zur direkten Bekämpfung wird Behandlung des Boden vor dem Schwärmen mit 60–80 kg/ha HCH empfohlen. Die Baumstämme müssen vor Beginn des Schwärmens bis zu 2 m Höhe mit Kalk und DDT bestrichen werden.

Korovina, N. J.: *Wanzen als Samenschädlinge.* VIII, 54. (Aus dem landwirtschaftlichen Institut in Woronesch.)

Früher war man der Ansicht, daß Wanzen für die Forstwirtschaft keine Bedeutung hatten. Es konnte jedoch bewiesen werden, daß sich eine Reihe Hemipteren von allerlei Samen ernährt und daß die Samen für die Entwicklung zahlreicher Wanzenarten sogar lebenswichtig sind. Durch zahlreiche Experimente wurde festgestellt, daß als Nahrung der Wanzen nicht die äußere Schicht der Samen, sondern der Inhalt selbst dient. Besonders bevorzugt werden kleine Samen wie z. B. Birne, Linde, Ulme, Hasel, Faulbaum, Wald-Geißblatt usw. Die Wanzen zerstören die Samen nicht nur durch das Aussaugen allein, sondern auch durch die toxische Wirkung der Speicheldrüsen auf die Gewebe.

Auf Hasel wurden insgesamt 30 Wanzenarten festgestellt, darunter 13 Pentatomiden, 9 Miriden, 2 Tingitiden sowie einige Lygaeiden- und Nabidenarten. Durch das schädliche Auftreten der Wanzen wird die Haselnußernte in bedeutendem Maße vermindert. Bei der Bekämpfung des Eichenwicklers im Jahre 1953 durch Bestäubung der Bestände mit DDT (12–15 kg/ha) konnte zu gleicher Zeit ein starker Rückgang der Wanzenpopulation wahrgenommen werden. Bei Vergleichsversuchen hat man festgestellt, daß durch Wanzen mindestens 35% der Haselnüsse beschädigt wurden.

Auf der Birke wurden nicht weniger als 40 verschiedene Wanzenarten festgestellt, darunter 17 Pentatomiden, 6 Miriden und einige Lygaeidenarten. Bei Untersuchungen, die im Jahre 1954 auf Waldschutzstreifen des Woroneschen Instituts durchgeführt wurden, konnten per Birkenfruchtzapfen bis 40 Wanzeneier und 5–6 erwachsene Wanzen gezählt werden. Infolge solcher Wanzenpopulation vermindert sich die Keimfähigkeit der Birkensamen von 64,3% (Kontrolle) bis auf 2,3%. (Die schädliche Wirkung anderer Faktoren wurde ausgeschaltet.) Die Untersuchungen bewiesen, daß die Wanzen als ernste Samenschädlinge betrachtet werden müssen, vor allem in Samenplantagen, an Samenbäumen, Waldschutzpflanzungen, wertvollen Parkanlagen usw.

Okunev, P. P.: *Ein Verfahren zur schnellen Feststellung der Parasitierung von Insekteneiern.* I, 59. (Aus dem forstlichen Forschungsinstitut in Leningrad.)

Da die Feststellung des Gesundheitszustandes von Schädlingseiern von großer Bedeutung für die Aufstellung von Prognosen ist, wird eine Methode vorgeschlagen, eingesammelte Eier in größeren Mengen in Paraffin einzubetten und durch halbierende Schnitte freizulegen. Für diesen Zweck werden aus einem Leichtmetall z. B. Aluminium, zwei gleichgroße, kleine Rechtwinkel geschnitten. In einem von diesen schneidet man reihenweise in kleinen

Abständen zwei oder mehrere Quadrate aus. Die beiden Metallstücke werden danach aufeinandergelegt und zusammen befestigt. Die ausgeschnittenen „Fenster" in dem oberen Metallstück dienen als Form für die Eier und werden mit diesen vollgefüllt, so daß die Eier eine Schicht bilden. Der untere Metallteil dient als Boden der Form. Die Eischicht in den Ausschnitten wird dann mit Paraffin übergossen. Dabei muß gesorgt werden, daß das Übergießen schnell vor sich geht und daß die Paraffinmasse nicht über die ganze Metallfläche fließt. Die Eier müssen mindestens mit einer 1 mm dicken Paraffinschicht bedeckt werden. Sogleich nach dem Übergießen, wenn die Füllung noch weich ist, legt man auf die behandelte Seite der Metallscheibe eine passende Glasplatte, drückt diese fest und beschwert sie gleichzeitig. Nach der Erhärtung der Paraffinmasse wird die Glasplatte abgenommen und die mit Eiern gefüllten, rahmenartigen Ausschnitte von überflüssiger Paraffinmasse gereinigt, so daß um die Form nicht mehr als eine 1–2 mm dicke Schicht übrigbleibt. Die behandelten Eiformen werden alsdann aufrecht aufgestellt, mit der linken Hand festgehalten und mit der anderen mit einem feinen Rasiermesser die überragende Paraffinmasse schichtweise solange entfernt, bis ein glatter Schnitt erhalten wird. Die halbierten Eier können alsdann gezählt und näher untersucht werden. Man kann dabei unbefruchtete Eier von befruchteten wie auch kranken und von Parasiten angegriffenen leicht und übersichtlich unterscheiden. Die unbefruchteten Eier enthalten eine weißliche Flüssigkeit, während die der kranken ein bräunliches Aussehen haben und sehr stark riechen. Die Größe der Formen und die Dicke des zur Herstellung gewählten Metalles (oder Holzes) muß der Größe der untersuchten Eier angepaßt werden. Im allgemeinen muß die Dicke der Ausschnitte ungefähr der Hälfte der Eier entsprechen. Bei der Untersuchung von Kiefernspinnereiern bedient man sich eines 6 × 20 cm großen Holz- oder Metallstückchens, wobei die Ausschnitte nicht größer als 18 × 20 mm sein dürfen. Diese Größe paßt für eine Schicht von 100 Eiern. Für kleinere Eier, wie die der Kieferneule, müssen entsprechend kleinere Ausmaße gewählt werden.

Die beschriebene Methode wurde mehrmals in der Praxis bei Untersuchungen von Eiern des sibirischen Kiefernspinners verwendet und ergab vollkommen zuverlässige Ergebnisse.

Aus dem zoologischen Institut der Universität Mainz

Beitrag zur Biologie von *Blaberus craniifer* Burm. *(Orthoptera, Blattidae)* und vergleichende Untersuchungen zum Wirkungsmechanismus der chlorierten Kohlenwasserstoffe Chlordan und Heptachlor

II. Teil

Von F. Ph. J. Neubecker[1]

Mit 12 Abbildungen

Übersicht über die bisherigen Ergebnisse und Theorien über den Wirkungsmechanismus der Insektizide

Seit der Entdeckung des DDT (Dichlordiphenyltrichlormethan) als insektizide Substanz im Jahre 1939 durch den Schweizer F. Müller hat die Entwicklung und Bearbeitung synthetischer insektizider Stoffe einen enormen Auftrieb erfahren. Neben der Entdeckung einer Reihe weiterer chlorierter Kohlenwasserstoffe mit insektizider Wirkung fand G. Schrader in den organischen Phosphaten eine andere Stoffklasse mit insektiziden Eigenschaften. Mit den großen Erfolgen, die diese neuen synthetischen Insektizide in ihrer praktischen Anwendung zu verzeichnen haben, setzt eine umfangreiche Bearbeitung der physiologischen Grundlagen ihrer Wirkung ein. Obwohl bis heute eine sehr beachtliche Zahl von Arbeiten zu diesem umfangreichen Fragenkomplex vorliegt (F. Müller schätzt die Zahl der Veröffentlichungen allein über DDT auf über 10 000), ist noch keine hinreichende Erklärung des Wirkungsmechanismus dieser Wirkstoffe gefunden worden.

Die Arbeiten hierüber lassen im wesentlichen vier Richtungen erkennen: Die Einwirkung der Insektizide auf verschiedene Enzymsysteme des Insektenorganismus sowie auf das Nervensystem der Insekten, die Art des Eindringungsmechanismus in den Insektenkörper und das Problem der Resistenz der Insekten gegen insektizide Wirkstoffe.

Zusammenfassende Betrachtungen über den heutigen Stand der Kenntnisse vom Wirkungsmechanismus der Insektizide finden wir u. a. bei C. W. Kearns (1956), L. Cutkomp (1955), R. L. Metcalf (1955) und besonders eingehend bei F. Duspiva (1954).

Umfangreiche Untersuchungen liegen über die Einwirkung der Insektizide auf verschiedene Enzyme des Insektenkörpers vor. (Der Übersicht halber sollen nur einige wichtig erscheinende Arbeiten erwähnt werden.) Morrison und Brown untersuchten den Einfluß von 26 insektiziden Substanzen (hauptsächlich chlorierte Kohlenwasserstoffe, wie DDT, Lindan, Heptachlor, Chlordan usw. und organische Phosphate, wie Parathion, Malathion usw.) auf die *Cytochromoxydase* des Beinmuskels von *Periplaneta americana*. Sie konnten in vitro eine mehr oder minder starke Hemmung der Cytochromoxydase durch die verwendeten Insektizide beobachten. In einer späteren Arbeit stellten B. E. Brown und A. W. A. Brown (mit DDT, Methoxychlor, Parathion und Malathion) fest, daß sich die in vitro gefundene Hemmung der Cytochromoxydase in vivo nicht bestätigen ließ.

[1] Jetzt Pretoria, Süd-Afrika.

Sacklin und Mitarbeiter glauben eine hemmende Wirkung des DDT in vitro auf die Oxydation von Zwischenprodukten des *Citronensäurecyclus* und die *oxydative Phosphorylierung* bei *Musca domestica* L. gefunden zu haben, bei DDT-Konzentrationen, die weit niedriger sind als diejenigen, bei denen Cytochromoxydase angegriffen zu werden scheint. Auch Anderson et al. berichten von einer in vitro-Hemmung der Aktivität von *Succinoxydase* und *Cytochromoxydase* der Stubenfliege (resistente und nichtresistente) durch DDT und DDE. Sie glauben aber, daß diese Befunde keine Erklärung zur toxischen Wirkung des DDT bieten, da das ungiftige DDE den gleichen hemmenden Effekt zeigt. Anderson und March schließen aus ihren Versuchsergebnissen, daß die hemmende Wirkung des DDT auf die *Carboanhydrase* keinen wichtigen Faktor beim Wirkungsmechanismus des DDT oder anderer organischer Insektizide darstellt.

Die Untersuchungen über die organischen Phosphate konzentrieren sich im wesentlichen auf ihre hemmende Wirkung auf die *Cholinesterase* und andere Enzyme des Nervensystems der Insekten. (Chamberlain und Hoskins, Hopf, Hartley und Brown, O'Brien, O'Brien und Spencer, Casida, zusammenfassende Diskussion bei Duspiva.)

Außerdem wurden auch elektrophysiologische Untersuchungen am Nervensystem von Insekten unter Einwirkung von Insektiziden durchgeführt (Lalonde und Brown, Roeder und Weiant).

Lüers et al. und Pistor berichten über pathologische Veränderungen an den großen Neuronen des zentralen Nervensystems von Fliegen nach Insektizideinwirkung. Nach Lüers et al. sollen dabei resistente Fliegen weitgehend vor pathologischen Veränderungen der Nervenzellen geschützt sein. Dagegen konnte in früheren Untersuchungen Witt an histologischen Präparaten vergifteter Insekten keine pathologischen Veränderungen am Gangliensystem feststellen. Witt bekräftigt seinen Befund mit dem Hinweis, daß das verhältnismäßig schnelle Eintreten des Todes bei bestimmten Insekten morphologische Veränderungen unwahrscheinlich erscheinen läßt.

Wiesmann wies für DDT nach, daß stark sklerotisierte, sinnesorganfreie Stellen des Insektenkörpers keine Eindringungspforten für das Insektizid darstellen. Dagegen bieten Sinnesporen und Intersegmentalhäute, die nur eine sehr dünne Exocuticula aufweisen, dem Insektizid die Möglichkeit einzudringen. Pfaff hat den Aufbau der Insektencuticula und den Eindringungsmechanismus des Phosphorsäureesters E 605 (Parathion) eingehend untersucht.

Auch das Problem der *Insektizidresistenz* verschiedener Insektenarten und Stämme hat noch keine befriedigende Erklärung gefunden. Wiesmann vermutet auf Grund von reizphysiologischen Versuchen, daß das Nervengewebe der Extremitäten der resistenten und nichtresistenten *Musca domestica* L. eine sehr unterschiedliche Permeabilität besitzt, wobei das Nervengewebe der resistenten Fliegen fast keine Durchlässigkeit für das DDT-Molekül mehr aufweist.

Weiant fand bei elektrophysiologischen Untersuchungen, daß die sensorischen Nerven von resistenten Fliegen weniger empfindlich gegen die direkte Einwirkung von DDT sind als die der nichtresistenten Fliegen.

Manche Insekten besitzen die Fähigkeit, Inzektizide zu unwirksamen Verbindungen abzubauen. Einige Arbeiten beschäftigen sich mit dem Abbau von DDT in das unwirksame DDE bei DDT-resistenten Fliegen. (Sternburg et al., Babers und Pratt, Reiff, Bradburg und Stauden berichten, daß gegen Gamma-HCH resistente Fliegen dieses in wesentlich größerer Menge zu unwirksamen Verbindungen abbauen als es nichtresistente tun.

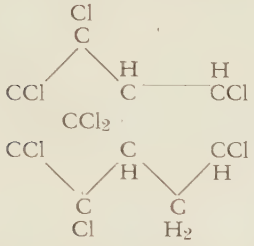
Eine zusammenfassende Darstellung des Problemes der Insektizid-Resistenz gibt u. a. R. Wiesmann.

2. Chlordan und Heptachlor, chemische und physikalische Definition

Chlordan und Heptachlor sind Gebrauchsnamen für zwei nahe verwandte chlorierte Kohlenwasserstoffe mit insektiziden Eigenschaften.

Das Insektizid *Chlordan* (auch Chlordane oder „Velsicol 1068" genannt) wurde im Jahre 1945 von Kearns et al. beschrieben. Riemschneider und Kühnl beanspruchen unabhängig davon, die gleiche Substanz hergestellt und ihre insektiziden Eigenschaften erkannt zu haben.

Chlordan ist ein chloriertes Inden mit der Summenformel $C_{10}H_6Cl_8$. Sein chemischer Name lautet: 1,2,4,5,6,7,8,8-octachlor-2,3,3a,4,7,7a-hexahydro-4,7-methanoinden; seine Strukturformel ist folgende:

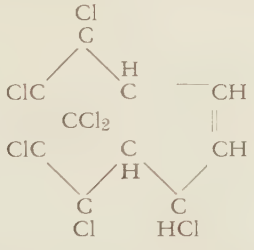


Chlordan

Das „technische" Chlordan (zuerst als Substanz „1068" bezeichnet) ist, je nach Reinheitsgrad gelb bis dunkel rotbraun gefärbt, eine zäh fließende Flüssigkeit, mit einem Siedepunkt von 175° C bei 2 mm Hg. Es ist praktisch geruchlos, unlöslich in Wasser, aber löslich in organischen Lösungsmitteln wie aliphatischen, aromatischen und chlorierten Kohlenwasserstoffen, z. B. in Ketonen, Estern und Äthern. Die „gereinigte" Substanz hat lediglich eine hellere Farbe als die „technische". Beide enthalten zwischen 40 und 75 % 1,2,4,5,6,7,8,8-octachlor-2,3,3a,4,7,7a-hexahydro-4,7-methanoinden. Der Rest besteht aus nahe verwandten Verbindungen, z. B. aus Isomeren des Chlordan (z. T. als α- und β-Chlordan bezeichnet).

Gegen Insekten besitzt Chlordan eine geringere Toxicität als DDT. Für Säuger hat es etwa $^1/_4$–$^1/_5$ der Toxicität wie DDT. Während frühere Angaben hierüber sehr unterschiedlich sind, wird bei Martin (1957) die orale LD 50 für Ratten mit 457 bis 590 mg/kg für Chlordan und die akute orale LD 50 für DDT mit 113 mg/kg angegeben.

Heptachlor, das stets im technischen Chlordan vorkommt, ist das 1,4,5,6,7,8,8-heptachlor-3a,4,7,7a-tetrahydro-4,7-methanoinden mit der unten angegebenen Struktur. Reines Heptachlor ist eine weiße, kristalline Substanz, mit einem Schmelzpunkt von 95°–96° C. Das technische Produkt hat eine weiche Konsistenz, ist von gelblicher Farbe, enthält 72 % Heptachlor und 28 % verwandte Verbindungen und schmilzt zwischen 46° und 74° C.



Heptachlor

Die insektizide Wirkung des Heptachlor ist größer als die des Chlordan. Für Säuger besitzt Heptachlor eine größere Toxicität als Chlordan. Die akute orale LD 50 für Ratten beträgt 130–135 mg/kg (DDT: 113 mg/kg) (Martin, 1957). Die chronische Toxicität des Heptachlor ist wahrscheinlich etwas höher als die des Chlordan.

3. Bisherige Ergebnisse von Versuchen mit Chlordan und Heptachlor

Im Gegensatz zu den umfangreichen Untersuchungen über DDT und die insektiziden organischen Phosphorverbindungen, liegt nur eine relativ kleine Zahl von Arbeiten im Zusammenhang mit dem Wirkungsmechanismus der chlorierten Indene Chlordan und Heptachlor vor. (Veröffentlichungen, die vorwiegend über die praktische Anwendung der beiden Insektizide berichten, sollen hier unberücksichtigt bleiben.)

In der bereits erwähnten Arbeit von Hartley und Brown untersuchten die Autoren, neben einer großen Zahl anderer insektizider Substanzen, auch die Wirkung von Chlordan und Heptachlor auf die *Cholinesterase* von *Periplaneta americana* L. Die Versuche wurden in vitro an Cholinesterase durchgeführt, die aus dem Kopf der amerikanischen Schabe gewonnen wurde. Die Autoren geben an, daß Chlordan und Heptachlor keine signifikante Wirkung auf das Enzym zeigten.

Morrison und Brown führten Untersuchungen über die Wirkung einer Reihe von verschiedenen Insektiziden auf die *Cytochrom c-Oxydase* in vitro durch, die sie aus dem Coxa-Muskel der männlichen amerikanischen Schabe gewonnen hatten. Wenn sie eine

1×10^{-3} molare Lösung der Chlordanverbindungen (α- und β-Chlordan) oder Heptachlor der mit Phosphat gepufferten Cytochromoxydase zufügten, konnten sie innerhalb von 50 Minuten eine Hemmung beobachten. Bei Zugabe von 1×10^{-5} molarer Wirkstofflösung stellten sie zunächst einen leichten Anstieg des Sauerstoffverbrauches fest, der 70 bis 100 Minuten andauerte, bevor eine allmähliche Hemmung eintrat.

Lalonde und Brown berichten von Versuchen über die Wirkung von Insektiziden auf das *Aktionspotential* der Insektennerven. Neben einer Reihe von anderen Insektiziden untersuchten sie auch Chlordan (α- und β-) und Heptachlor, die sie am Bein von *Periplaneta americana* L. applizierten und ihre Wirkung auf die Sinnesimpulse der Schenkelnerven registrierten. Technisches Chlordan, Heptachlor und α- und β-Chlordan verursachten sich wiederholende Ausschläge nach einer Latenzperiode von drei (Heptachlor) bis acht (α-Chlordan) Stunden. Die Autoren meinen, daß die Annahme Roeders, technisches Chlordan zeige keine Wirkung auf die synaptische Übertragung bei *Periplaneta americana* L., vielleicht auf diese lange Latenzzeit zurückgeführt werden könne. Sie weisen weiter darauf hin, daß (Hartley und Brown) ähnlich lange Latenzperioden bei der Einwirkung dieser Substanzen auf den Sauerstoffverbrauch vorangehen. Lalonde und Brown kamen auf Grund ihrer Untersuchungen über die Wirkung von Insektiziden auf das Aktionspotential des Insektennerven zu dem Schluß, daß einige Insektizide möglicherweise auf sensorische Zellen, andere dagegen direkt auf den Nerven einwirken.

Hoffmann und Lundquist konnten zeigen, daß resistente Stubenfliegen zwar Clordan ebenso leicht aufnehmen wie nichtresistente, es aber in viel kürzerer Zeit zu weniger toxischen Derivaten abzubauen vermögen.

In neuerer Zeit berichten Lhost und Roche von Untersuchungen über den Einfluß des Heptachlor auf das *Cerebralganglion* der Schabe *Blabera fusca* Br. (wahrscheinlich *Blaberus craniifer* Burm.). Es wird berichtet, daß das Insektizid zuerst auf die Nervenzellen der Globuli der Corpora pedunculata einwirkt, was ein Verlust der Koordination zur Folge hat. Zytologisch ergab sich, daß drei Tage nach der Behandlung mit Heptachlor die Nuclei dieser Nervenzellen kleiner sind und das Chromatin viel kompakter ist als bei den Kontrollen.

4. Fragestellung zu den eigenen Versuchen

Für eigene Untersuchungen als Beitrag zum Wirkungsmechanismus von Chlordan und Heptachlor wurde folgende Fragestellung gewählt.

a. In allen durchzuführenden Versuchen sollten die beiden chemisch nahe verwandten Insektizide Chlordan und Heptachlor in ihrer Wirkung auf *Blaberus craniifer* Burm. auf vergleichender Basis untersucht werden.

b. Es galt, die beiden Wirkstoffe auf verschiedene Weise an den Versuchstieren zu applizieren, um daraus eventuell Schlüsse auf die spezifische Art ihrer Wirkung ziehen und Stellen einer besonders hohen Insektizid-Empfindlichkeit am Körper der Versuchstiere finden zu können. Als Applikationsarten kamen dazu in Frage: 1. Einfacher Kontakt mit einer begifteten Unterlage. 2. Injektion der insektiziden Substanzen in die Leibeshöhle der Versuchstiere. 3. Die Applikation der beiden Insektizide als Atemgift und 4. als Fraßgift.

c. Weiterhin war es von Interesse zu prüfen, ob die männlichen und weiblichen Imagines und die Jugendstadien auf die Insektizideinwirkung eine unterschiedliche Reaktion zeigten.

d. In weiteren Versuchen sollte dann untersucht werden, welche Bedeutung einerseits den Nerven und andererseits der Haemolymphe bei der Weiterleitung einer peripheren Intoxikation mit den beiden Insektiziden zukommt. In diesem Zusammenhang war die Rolle der Haemolymphe als Transportmittel der insektiziden Substanzen zu untersuchen.

e. An Hand der bei allen Versuchen gemachten Beobachtungen über die Art der Vergiftungserscheinungen sollte eine Darstellung der Phaenologie

des Vergiftungsablaufes, hervorgerufen durch die Insektizide Chlordan und Heptachlor, an der Schabe *Blaberus craniifer* Burm. gegeben werden.

5. Durchgeführte eigene Versuche

Die bei den Versuchen verwendeten Tiere wurden in Zuchtkästen bei einer Temperatur von 25 ± 1°C gehalten. Es kamen nur solche Tiere in den Versuch, die sich mindestens 14 Tage vorher gehäutet hatten. Beim Vergiftungsablauf wurden zwei Schädigungsstadien unterschieden und registriert: Schädigungsstadium III = irreversible Rückenlage, Schädigungsstadium V = Tod der Versuchstiere. Der Tod wurde dann als gegeben angenommen, wenn das Dorsalgefäß des Versuchstieres keine Kontraktionen mehr zeigte. (Von der üblichen Einteilung der Schädigungsstadien von I bis V = leicht geschädigt bis tot wurde abgesehen, da die Zwischenstadien nicht deutlich genug voneinander zu unterscheiden waren.)

Die Wirkungsprozente A wurden nach der folgenden Formel berechnet:

$$A = \frac{WZ \times 100}{TZ \times 5}$$

Dabei bedeutet WZ die Wirkungszahl oder Anzahl der Tiere, die sich in einem bestimmten Schädigungsstadium befinden, multipliziert mit der Zahl des Schädigungsstadiums (III = × 3; V = × 5). TZ ist die Gesamtzahl der in dem Versuch verwendeten Tiere.

Für die graphische Auswertung der Versuchsergebnisse wurde eine logarithmische Zeiteinteilung (Abszisse) gewählt, die eine gute Darstellung der z. T. über einen längeren Zeitraum sich erstreckenden Versuche gestattet.

a. Einfacher Kontakt auf begifteter Filterunterlage

Um einerseits die Wirkungsintensität von Heptachlor und Chlordan vergleichen zu können und andererseits die Reaktion von männlichen und weiblichen Imagines und den Vorimaginalstadien von *Blaberus craniifer* Burm. auf die toxische Wirkung dieser beiden Insektizide feststellen zu können, wurden zunächst einfache Kontakt-Versuche durchgeführt.

Bei diesen Versuchen wurden die Tiere in Dauerkontakt mit einer begifteten Filterunterlage gebracht. Die Versuchstiere waren also (im Gegensatz zu dem Versuch mit der Verweilzeit) bis zum Schädigungsgrad „tot" bzw. bis zur Beendigung des Versuches in ständigem Kontakt mit der Giftunterlage.

Durch diese Versuchsanordnung waren einmal die Tarsen und die Ventralseite des Abdomens ständig, die Maxillarpalpen und die Antennen gelegentlich einem Kontakt mit der begifteten Unterlage ausgesetzt. Außerdem waren die Versuchstiere durch das Verdampfen des Wirkstoffes in der Glasschale einer Gaswirkung über das Tracheensystem ausgesetzt. Vor allem aber mußte mit der Möglichkeit einer „sekundären Kontaktwirkung" durch Sublimation des Wirkstoffes an der gesamten Körperoberfläche der Versuchstiere gerechnet werden.

Zur Durchführung der Versuche wurden Papierfilter von 15 cm Durchmesser mit in Azeton gelöstem Wirkstoff betropft und daraufhin eine halbe Stunde lang einem gleichmäßigen Luftstrom ausgesetzt, um das Lösungsmittel vollkommen aus den Filtern zu entfernen. Die so imprägnierten Rundfilter kamen in 7 cm hohe Glasschalen mit gleichem Durchmesser wie die Filter. Auf diese Filterunterlage wurden die Versuchstiere gesetzt (6 pro Schale).

Von Heptachlor und Chlordan waren jeweils eine 1%ige, 0,1%ige und eine 0,01%ige Wirkstofflösung miteinander zu vergleichen. Auf jeden Papierfilter wurde 1,8 ccm der Wirkstofflösung gleichmäßig verteilt aufgetropft. Diese Aufwandmenge entspricht 100 ccm Wirkstofflösung pro 1 m² Filterpapierfläche. Mithin wurden pro Filterunterlage (mit rund 180 cm²) bei der 1%igen Lösung 18 mg (= 1000 mg/m² = 0,1 mg/cm²), bei der 0,1%igen Lösung 1,8 mg (= 100 mg/m² = 0,01 mg/cm²) und bei der 0,01%igen Lösung 0,18 mg (= 10 mg/m² = 0,001 mg/cm²) des reinen Wirkstoffes aufgebracht.

Für jeden Wirkstoff und jede Wirkstoffkonzentration wurden drei Wiederholungsversuche mit insgesamt 36 Männchen, 36 Weibchen, 24 männlichen und 24 weiblichen Vorimaginalstadien durchgeführt. Als Kontrolltiere fanden jeweils 2 Männchen, 2 Weibchen, 2 männl. und 2 weibl. Vorimaginalstadien Verwendung, die auf nur mit dem Lösungsmittel Azeton betropften Rundfiltern saßen. Temperatur bei den Versuchen: 19° C bis 22° C.

Zur Orientierung wurde ein Versuch mit 1%igem Heptachlor bei 29° C (± 2°) durchgeführt.

Die *Ergebnisse* wurden in Wirkungsprozenten in der oben angeführten Weise errechnet und auf logarithmisches Millimeterpapier (Abszisse logarithmische, Ordinate Millimetereinteilung) aufgetragen.

Am Verlauf der Kurven wird folgende Tatsache deutlich, die beim Ablauf der Vergiftungserscheinungen zu beobachten ist (s. Abb. 24–28). Bei der höchsten Konzentration (1%ig) beider Wirkstoffe steigen alle Kurven anfangs steil an, haben in der Mitte einen annähernd waagerechten Verlauf und zeigen dann bis 100 Wirkungsprozent wieder einen steileren Anstieg. Dem ersten steilen Anstieg der Kurven entspricht der Übergang der Tiere aus der Normallage in die Rückenlage, dem Schädigungsstadium III. Sind alle Tiere eines Versuches im Schädigungsstadium III, dann sind 60 Wirkungsprozente erreicht. Von 60% an verlaufen die Kurven sehr flach. Das bedeutet, daß die Tiere eine Zeitlang in der Rückenlage bleiben, um dann langsam nacheinander zu sterben, was am Wiederanstieg der Kurven deutlich wird. Da die Zeitachse der Kurven jedoch logarithmisch eingeteilt ist, ergibt sich, daß der zweite Anstieg auf einen bedeutend längeren Zeitraum verteilt ist als der anfängliche Anstieg.

Wir können also sagen, daß der Kontakt mit 1%igem Heptachlor und Chlordan bei den Versuchstieren eine schnelle Anfangswirkung = Sofortwirkung zeigt. Nachdem die Tiere daraufhin eine Weile in der Rückenlage verblieben sind, setzt dann das allmähliche Absterben ein.

Bei der mittleren Wirkstoffkonzentration (0,1%ig) haben die Kurven zwar anfangs nicht solch einen steilen Anstieg wie bei der 1%igen Konzentration, aber der Wirkungseintritt liegt (für Heptachlor) ebenso früh wie bei der hohen Konzentration. Auch die Reaktion aller Versuchstiere erfolgt (für Heptachlor) bei der mittleren Konzentration annähernd in der gleichen Zeitspanne wie bei der hohen. Der Verlauf der Kurven ist ausgeglichener als beim 1%igen Wirkstoff. Eine Verzögerung des Absterbebeginns, nachdem alle Versuchstiere in die Rückenlage fielen, ist nur noch schwach durch einen flacheren Verlauf im Mittelteil der Kurven zu erkennen. Es fehlt also die Sofortwirkung, die die Kurven der 1%igen Wirkstoffe zeigen. Chlordan wirkt gegenüber Heptachlor im Vergleich zu der hohen Konzentration jetzt schon bedeutend verzögert, die Chlordan-Kurven sind weiter von den Heptachlorkurven weg nach rechts verschoben.

Die schwächste Wirkstoffkonzentration (0,01%ig) zeigt wiederum die schnellere Wirkung des Heptachlor gegenüber dem Chlordan. Im Vergleich zu der mittleren Konzentration (0,1%ig) ist der Wirkungseintritt der 0,01%igen Wirkstoffe zeitlich weiter hinausgezögert. Bei den Vorimaginalstadien kommt es praktisch nicht mehr zu einer abtötenden Wirkung.

Vergleichen wir Heptachlor mit Chlordan, so fällt auf, daß die Wirkung von Heptachlor bei allen drei Konzentrationen früher einsetzt als bei Chlordan. (Die Kurven sind für Heptachlor gegenüber den Chlordan-Kurven auf der Zeitachse parallel nach links verschoben.) Bei der hohen Konzentration der Wirkstoffe (1%ig) tritt dieser Unterschied weniger deutlich als bei der mittleren (0,1%ig) hervor und ist bei der niedrigsten (0,01%ig)

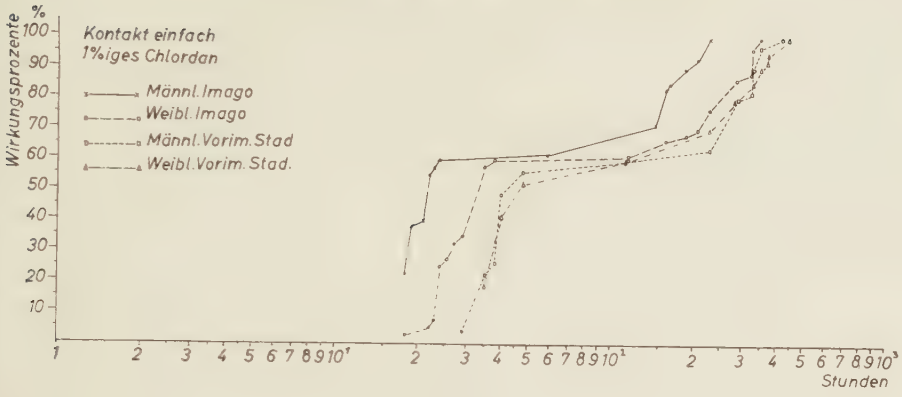


Abb. 24 a

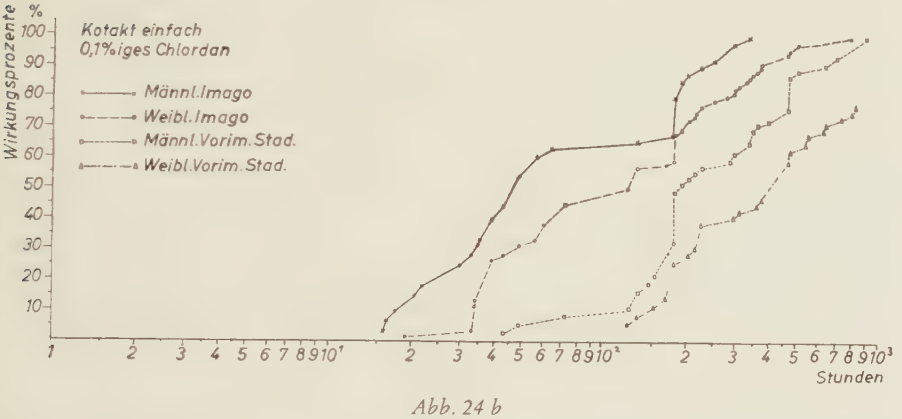


Abb. 24 b

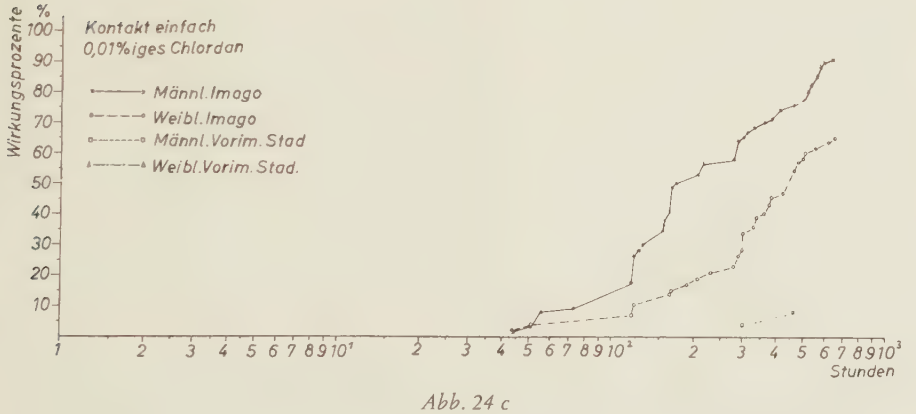


Abb. 24 c

Abb. 24 a, b, c. Einfacher Kontakt mit Chlordan in verschiedener Konzentration

am auffallendsten. Daraus folgt, daß die Wirkungsintensität von Chlordan mit abnehmender Konzentration stärker abfällt als von Heptachlor.

Das zweite wichtige Ergebnis des Versuches über die Dauerkontaktwirkung von Heptachlor und Chlordan ist der deutlich unterschiedliche Einfluß auf die männl. und weibl. Imagines und das männl. und weibl. vorimaginale

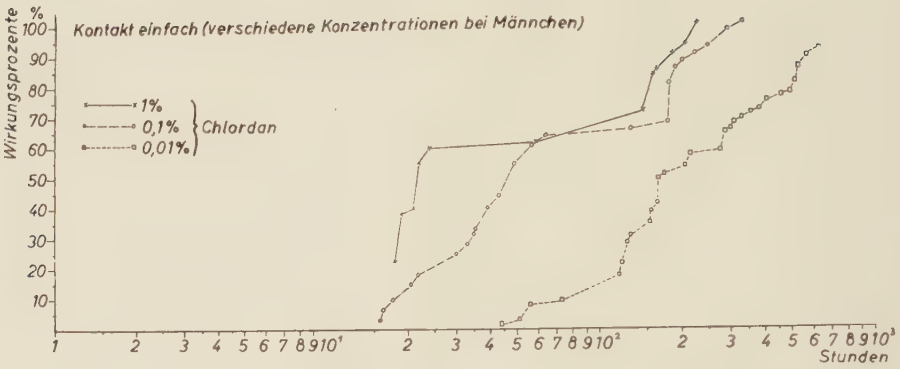


Abb. 25. Vergleich der Wirkung verschiedener Chlordan-Konzentrationen auf Männchen im einfachen Kontakt-Versuch

Jugendstadium von *Blaberus craniifer* Burm. Bei allen drei Konzentrationen der beiden Wirkstoffe tritt uns das gleiche Bild entgegen: die männl. Imagines sind am empfindlichsten, sie fallen am ehesten in Rückenlage und erreichen am schnellsten 100 Wirkungsprozente, das heißt, sie sind am schnellsten tot. Es folgen in der Reihe der abnehmenden Empfindlichkeit gegen die Wirkstoffe: die weibl. Imagines, die männl. Vorimaginalstadien und die weibl. Vorimaginalstadien, die am resistentesten gegen die beiden Wirkstoffe sind. Entsprechend der gleichen Form des Vergiftungsablaufes an den Versuchstieren verlaufen die vier Kurven bei jeder der drei Konzentrationen zueinander parallel. Dabei verläuft die Kurve der männl. Imagines am weitesten links, und die der weibl. Vorimaginalstadien am weitesten rechts im Diagramm.

Auffällig ist bei der 0,01%igen Wirkstoffkonzentration von Heptachlor und Chlordan, daß sie im Beobachtungszeitraum für die beiden Vorimaginalstadien keine abtötende Wirkung mehr besitzt. Die Schädigung bleibt unter 10 Wirkungsprozenten. Die weibl. Vorimaginalstadien sprechen auf die 0,01%ige Chlordankonzentration überhaupt nicht mehr an.

Der orientierende Versuch über den Einfluß einer höheren Temperatur auf den Ablauf der Intoxikation ergab, daß diese bei 29° C eindeutig früher einsetzt und bedeutend schneller 100 Wirkungsprozente erreicht werden als bei der Versuchstemperatur von 21° C (Abb. 28 a, b). Dies dürfte in erster Linie darauf zurückzuführen sein, daß der Wirkstoff bei der höheren Temperatur schneller verdampft. Dadurch breitet er sich auch schneller und in größerer Menge über die gesamte Körperoberfläche der Versuchstiere aus.

b. Einfacher Kontakt mit Verweilzeit

In Ergänzung zu dem vorhergehenden Versuch mit Dauerkontakt sollte nun die Wirkungsintensität der beiden Insektizide in Abhängigkeit von der Zeitdauer des Kontaktes festgestellt werden. Bei diesem Versuch verweilten die Tiere nur für verschieden lange Zeitspannen auf einer begifteten Filterunterlage. Nach Ablauf der jeweiligen Kontaktdauer wurden die Tiere auf unbegiftetes Filterpapier umgesetzt. Die Anordnung der begifteten Filterunterlage war die gleiche wie bei dem Dauerkontakt-Versuch. Als Konzentration der Wirkstoffe Heptachlor und Chlordan wurde eine 1%ige Lösung in Azeton gewählt.

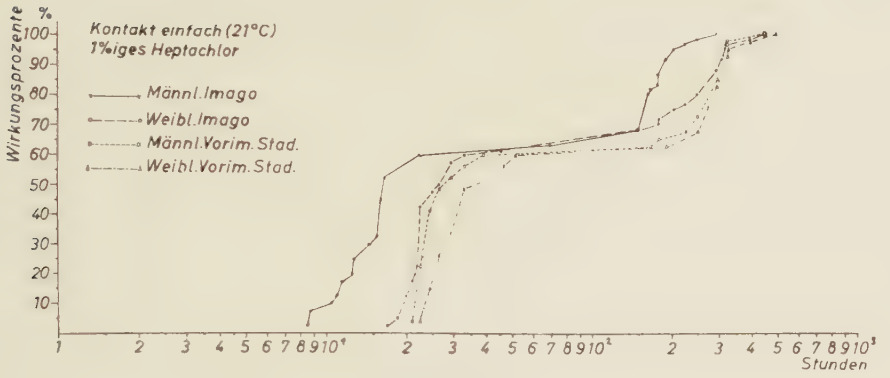


Abb. 26 a

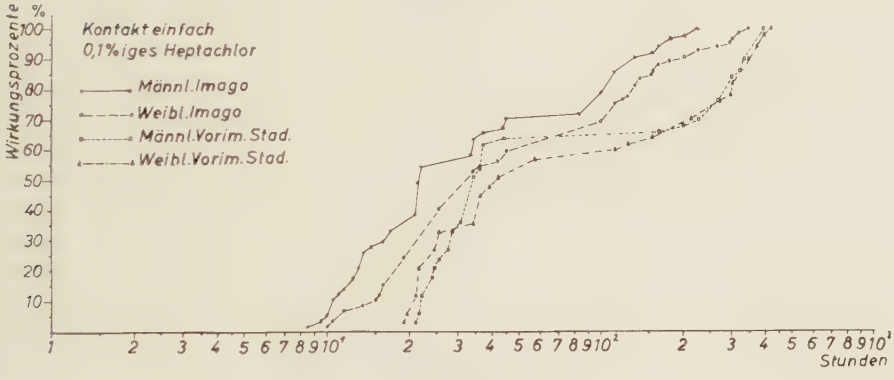


Abb. 26 b

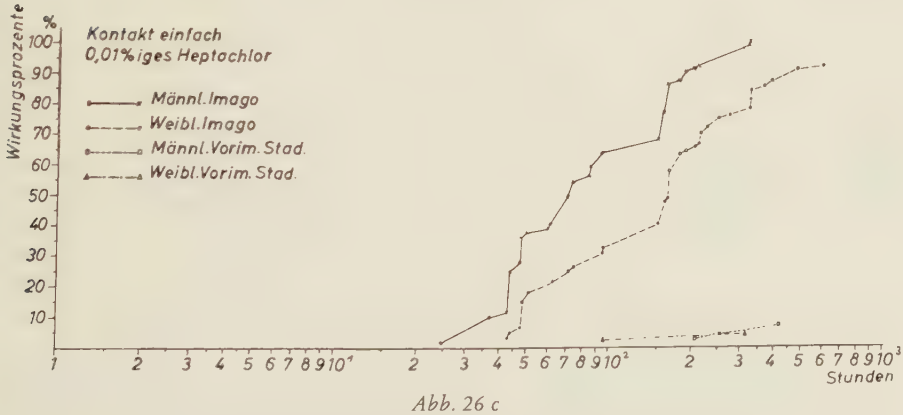


Abb. 26 c

Abb. 26 a, b, c. Einfacher Kontakt mit Heptachlor in verschiedener Konzentration

Der Versuch wurde mit Tieren des V. und VI. Entwicklungsstadiums von *Blaberus craniifer* Burm. durchgeführt.

Orientierende Versuche ergaben, daß Verweilzeiten von 40, 80, 160, 320 und 640 Minuten am zweckmäßigsten waren. Bei Verweilzeiten von 10 und 20 Minuten zeigten die Tiere weder bei Chlordan noch bei Heptachlor, auch

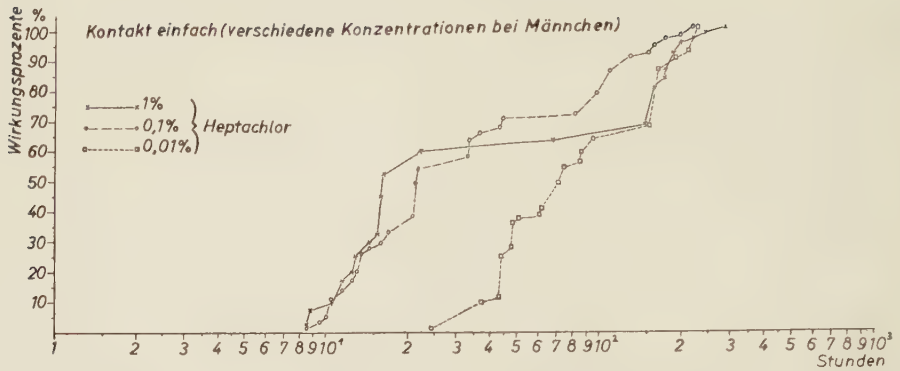


Abb. 27. Vergleich der Wirkung verschiedener Heptachlor-Konzentrationen auf Männchen im einfachen Kontakt-Versuch

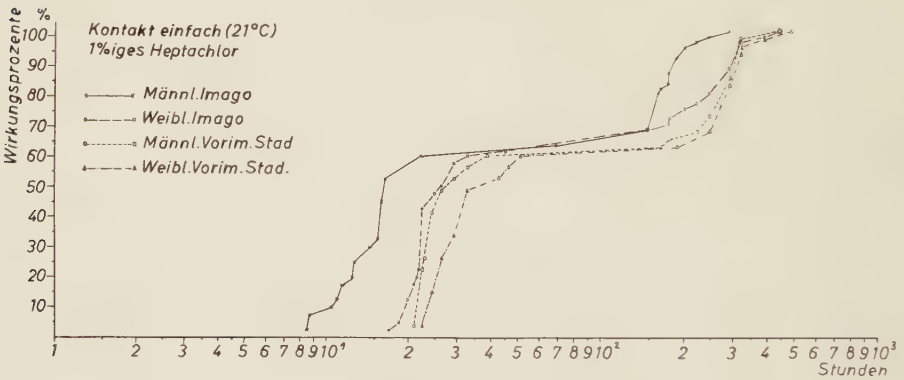


Abb. 28 a

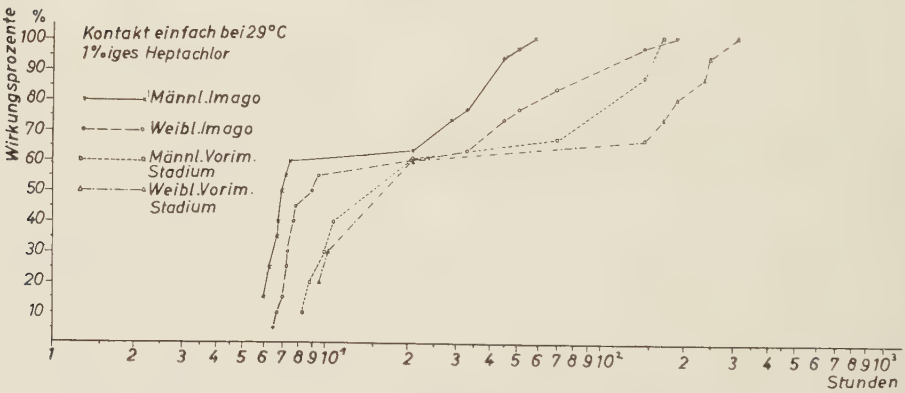


Abb. 28 b

Abb. 28 a, b. Einfacher Kontakt-Versuch bei 21° (oben) und bei 29° (unten)

nach 14 Tagen Nachbeobachtung noch keinerlei Vergiftungserscheinungen. Andererseits traten beim Heptachlor-Kontakt noch vor Ablauf der Kontaktdauer von 640 Minuten die ersten Vergiftungserscheinungen in Form von Einrollung und Rückenlage der Tiere auf.

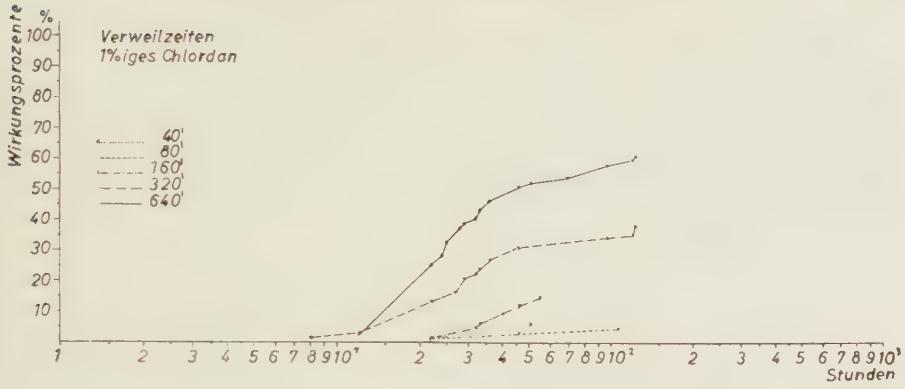


Abb. 29 a

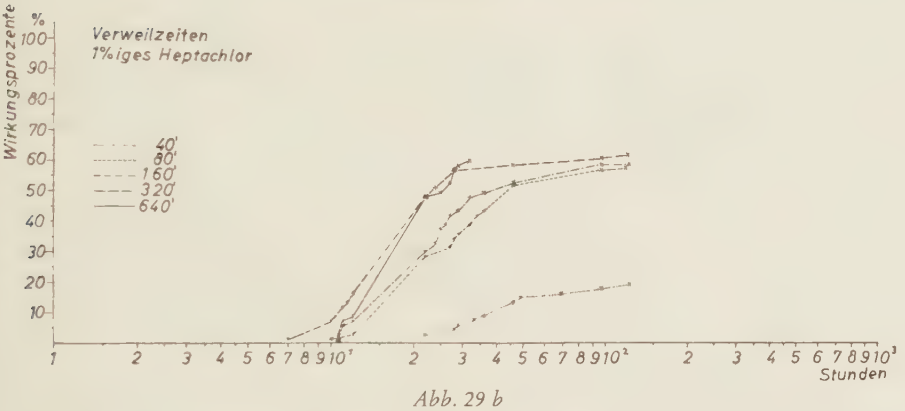


Abb. 29 b

Abb. 29 a, b. Verweilzeiten-Versuch mit Vorimaginalstadien, oben: 1%iges Chlordan, unten: 1%iges Heptachlor

In vier parallelen Versuchen fanden für jede Verweilzeit, sowohl für Heptachlor als auch für Chlordan, jeweils 10 Tiere Verwendung.

Der Verlauf der Vergiftungserscheinungen wurde nur bis zur Rückenlage der Tiere = Schädigungsstadium III verfolgt und ausgewertet.

Ergebnis (s. Abb. 29)

Die kürzeste Verweilzeit von 40 Minuten zeigt im Vergleich zu den längeren Verweilzeiten für Heptachlor und Chlordan einen viel späteren Wirkungseintritt. Im Beobachtungszeitraum erreicht jedoch das Heptachlor mit 18 Wirkungsprozenten einen dreimal größeren Wirkungsprozentsatz als Chlordan mit 6 Wirkungsprozenten.

Einen noch erheblicheren Unterschied zwischen den beiden Wirkstoffen weist die Verweilzeit von 80 Minuten auf. Die Vergiftungserscheinungen bei Chlordan setzen erst nach 20 Stunden ein, während dies für Heptachlor bereits nach 10 Stunden zu beobachten ist. Noch beträchtlicher ist bei dieser Verweilzeit der Unterschied zwischen den beiden Wirkstoffen in den im Beobachtungszeitraum erreichten Wirkungsprozenten. Heptachlor erreicht

57%, das bedeutet, daß dann fast alle Tiere im Schädigungsstadium III (Rückenlage) sind. Dagegen bleibt Chlordan unter 10%.

Auch für 160 Minuten Verweilzeit ist der Unterschied der im Beobachtungszeitraum erreichten Wirkungsprozente zwischen den beiden Wirkstoffen noch sehr groß. Chlordan, dessen Wirkung erst nach 20 Stunden einsetzt, erreicht 15%. Heptachlor dagegen zeigt seine Wirkung schon nach 10 Stunden und kommt auf nahezu 59%, was dem Schädigungsstadium III bei praktisch allen Versuchstieren entspricht.

Wir sehen also, daß die beiden Verweilzeiten von 80 und 160 Minuten keinen erheblichen Unterschied zueinander aufweisen.

Erst bei einer Verweilzeit von 320 Minuten setzt die Wirkung von Heptachlor und Chlordan annähernd zu gleicher Zeit ein. Dagegen ist die Wirkungsintensität von Heptachlor noch erheblich größer als die von Chlordan. So erreicht Heptachlor nach etwa 70 Stunden 60 Wirkungsprozente und damit die Rückenlage aller Tiere; Chlordan im gleichen Zeitraum jedoch nur 33 Wirkungsprozente.

Bei der Verweilzeit von 640 Minuten wurde durch Heptachlor am schnellsten die Rückenlage aller Versuchstiere erzielt. Nach 32 Stunden, von Beginn des Kontaktes mit der begifteten Unterlage an gerechnet, waren alle Tiere im Schädigungsstadium III = 60 Wirkungsprozente. Auch Chlordan bewirkt bei einem Kontakt von 640 Minuten Dauer im Beobachtungszeitraum die Rückenlage aller Versuchstiere. Obwohl die toxische Wirkung von Chlordan bei dieser Verweilzeit nur etwa 1,5 Stunden später als bei Heptachlor einsetzt, dauerte es 120 Stunden bis alle Versuchstiere in Rückenlage sind, gegenüber 32 Stunden bei Heptachlor. Demnach reichte also für Heptachlor etwa 1/4 der Kontaktdauer aus, die von Chlordan zur Erzielung von 60 Wirkungsprozenten benötigt wird, um dieselben Wirkungsprozente zu erreichen. Dies wird auch im folgenden Vergleich bestätigt.

Der Verlauf der Chlordan-Kurve für 640 Minuten Verweilzeit liegt annähernd zwischen den Heptachlor-Kurven für die Verweilzeiten von 80 und 160 Minuten. Für Heptachlor genügt also etwa 1/4 bis 1/8 der Verweilzeit von Chlordan, um in derselben Zeitspanne auf annähernd den gleichen Wirkungsprozentsatz zu kommen.

Bei diesem Versuch erreicht Chlordan im Beobachtungszeitraum nur mit einer Verweilzeit von 640 Minuten die Rückenlage aller Versuchstiere, die bei Heptachlor etwa schon nach einer Verweilzeit von 80 und 160 Minuten erzielt wird.

c. Injektion von in Erdnußöl gelöstem 1%igem Heptachlor und Chlordan, intracardial bzw. substernal

Bei diesem Versuch sollte die Wirkung von Heptachlor und Chlordan festgestellt werden, wenn beide Stoffe durch Injektionen direkt in den Körper der Schaben gebracht wurden. Die Injektion erfolgte dabei an zwei verschiedenen Stellen, einmal unter die Sternalplatten des Abdomens und in einem parallelen Versuch dazu direkt in das Dorsalgefäß. Bei der substernalen Injektion in die Ventralseite des Abdomens wurde die Injektionsnadel durch die Intersegmentalhaut zwischen dem 6. und 7. Abdominalsegment eingeführt und bis in das vordere Drittel des Abdomens vorgeschoben. Die Injektionsflüssigkeit ergoß sich also direkt unter den Sternalplatten in den Perineuralsinus, zwischen die Epidermis und das Bauchmark.

Die Injektion in das Dorsalgefäß erfolgte mit einer 20er Injektionsnadel,

die ebenfalls durch die Intersegmentalhaut des 6. und 7. Abdominalsegmentes in das Dorsalgefäß eingeführt und in diesem bis in das vordere Drittel des Abdomens vorgeschoben wurde. (Das pulsierende Dorsalgefäß ist bei den Imagines über die ganze Länge des Abdomens sehr gut sichtbar. Bei den Vorimaginalstadien ebenfalls, nachdem man das Abdomen etwas auseinandergezogen hat. Die Injektion in das Dorsalgefäß erfolgte sehr behutsam, um die dünne Gefäßwand nicht durch Druck zu zerreißen.)

Zur genauen Dosierung der Injektionsflüssigkeit erfolgte die Injektion mittels einer Mikrometer-Spritze, die das Injizieren auf $^1/_{1000}$ cm³ genau erlaubte. Jedes Tier bekam intracardial bzw. substernal $^1/_{50}$ cm³ einer 1%igen Heptachlor- bzw. Chlordanlösung in Erdnußöl injiziert. (Erdnußöl, in welchem sich die Wirkstoffe wegen ihrer Lipoidlöslichkeit gut lösen, wurde deshalb als Lösungsmittel gewählt, weil es von den Versuchstieren ohne störende Reaktionen vertragen wurde. Die organischen Lösungsmittel Azeton oder Methylenchlorid ließen sich wegen ihrer stark toxischen Wirkung nicht verwenden, wie Vorversuche zeigten.)

In zwei parallelen Versuchen wurden sowohl Heptachlor wie Chlordan vergleichend substernal und intracardial je 5 Männchen, 5 Weibchen, 5 männl. und 5 weibl. Vorimaginalstadien von *Blaberus craniifer* Burm. injiziert.

Da sich bei diesen Injektionsversuchen eine längere Beobachtungszeit nach der Applikation ergab, wurde den Tieren Futter und Wasser geboten, um

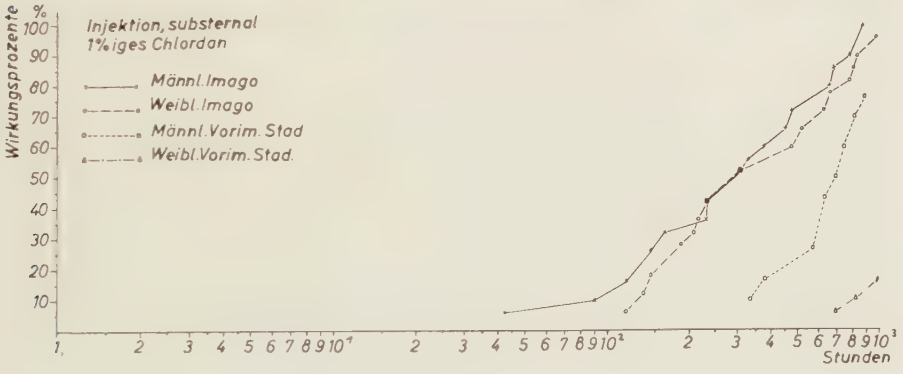


Abb. 30 a

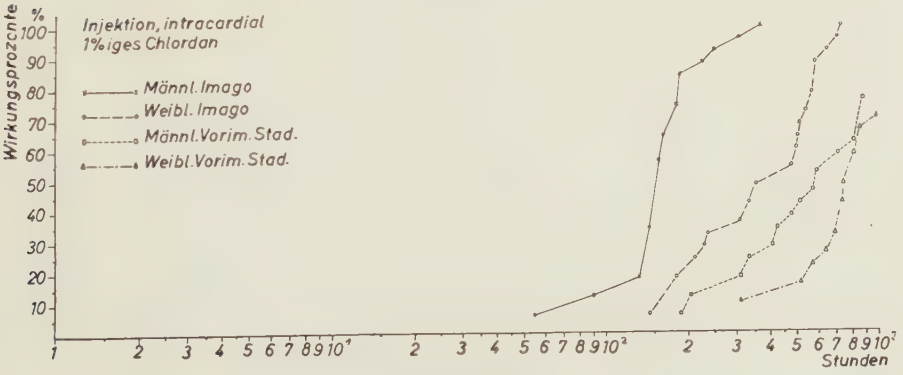


Abb. 30 b

Abb. 30 a, b. Substernale (oben) und intracardiale (unten) Injektion von 1%igem Chlordan

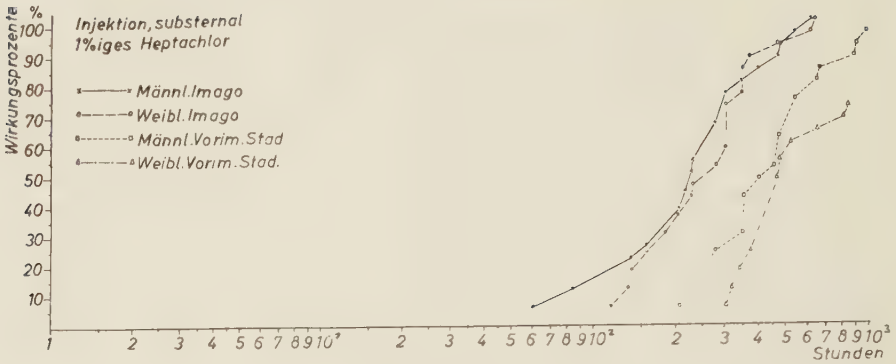


Abb. 31 a

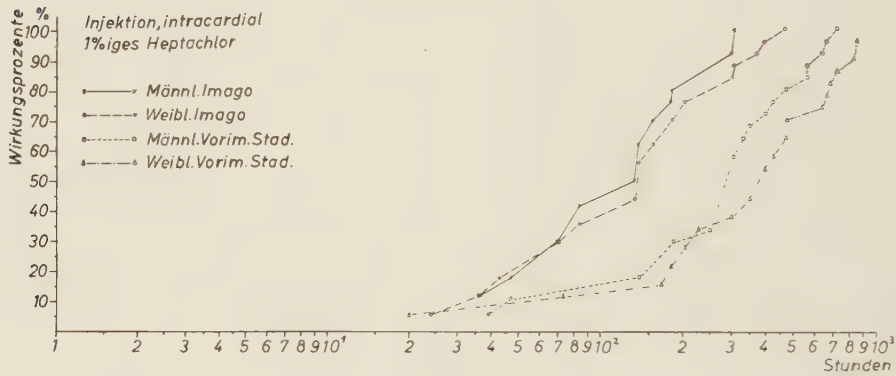


Abb. 31 b

Abb. 31 a, b. Substernale (oben) und intracardiale (unten) Injektion von 1%igem Heptachlor

eine Beeinflussung der Versuchsergebnisse durch den Abbau des Fettgewebes oder Wassermangel auszuschalten.

Als Kontrolle dienten 4 Männchen, 4 Weibchen und 4 Vorimaginalstadien, denen reines Erdnußöl substernal bzw. intracardial injiziert wurde. Diesen Kontrolltieren wurde ebenfalls Futter und Wasser geboten. Auch nach Beendigung des Versuches zeigten diese Kontrolltiere keinerlei Anzeichen einer Schädigung.

Ergebnis (s. Abb. 30 und 31): Bei der direkten Injektion in den Körper tritt eine Minderung der Wirkungsintensität im Vergleich zu der Applikation als Fraßgift (siehe unter e.) auf, wie der flachere Verlauf der Kurven zu Beginn zeigt. Der Wirkungsbeginn ist allerdings bei Heptachlor nicht und bei Chlordan nur unwesentlich verzögert.

Auch bei diesem Injektionsversuch tritt wieder, wie in allen vorhergehenden Versuchen, die unterschiedliche Empfindlichkeit der Versuchstiere auf, die von den männlichen Imagines über die weiblichen Imagines und die männlichen Vorimaginalstadien zu den weiblichen Vorimaginalstadien hin abnimmt.

Ein auffallender Unterschied ist hier zwischen der intracardialen und substernalen Injektion der Wirkstoffe zu verzeichnen. Die intracardiale Injektion von Heptachlor und Chlordan hat zur Folge, daß der Ablauf der Ver-

giftungserscheinungen früher einsetzt und auch schneller 100 Wirkungsprozente erreicht werden als bei der substernalen Injektion. Besonders eindeutig ist das am Verlauf der Kurven für die Heptachlor-Injektion zu erkennen. Dieser Unterschied findet seine Erklärung darin, daß der Wirkstoff durch die Injektion in das Dorsalgefäß schneller über den ganzen Körper verteilt wird und dabei auch eher an Stellen mit großer Wirkstoffempfindlichkeit gelangt, als bei einfacher Injektion in die ventrale Körperhöhle.

Bei der intracardialen und substernalen Heptachlor-Injektion liegen die Kurven für die männlichen und weiblichen Imagines einerseits und die Kurven für die männlichen und weiblichen Vorimaginalstadien andererseits eng beieinander. Die unterschiedliche Reaktion der Vorimaginalstadien und der Imagines wird hier also durch die Injektion des Wirkstoffes direkt in den Insektenkörper unter Umgehung eines Eindringungsmechanismus besonders deutlich. Auf die eng beieinander liegenden Imago-Kurven der intracardialen Injektion folgen im zeitlichen Abstand die beiden Imago-Kurven der substernalen Injektion. Die Kurven der beiden Vorimaginalstadien mit intracardialer Injektion beginnen zwar früher als die beiden Imago-Kurven der substernalen Injektion, der größte Teil ihres Verlaufes liegt aber zeitlich später, ebenso wie sie auch später ihre 100 Wirkungsprozente erreichen. Mit der am spätesten einsetzenden toxischen Wirkung folgen dann die Vorimaginalstadien, denen der Wirkstoff substernal injiziert wurde.

Dieser Ablauf der Vergiftungserscheinungen ist an den Kurven für die Chlordan-Injektion nicht so eindeutig.

d. Atemgiftwirkung

Um die Atemgiftwirkung von Heptachlor und Chlordan feststellen zu können, wurde eine Versuchsanordnung getroffen, bei welcher die Versuchstiere in einem geschlossenen Raum einer gesättigten Gasatmosphäre der Wirkstoffe ausgesetzt waren.

Wie bei dem Versuch mit einfacher Kontaktwirkung wurde ein 15er Rundfilter mit 1,8 ccm einer 1%igen Wirkstofflösung betropft. Nach dem Verdunsten des Lösungsmittels Azeton kam das Filterpapier in eine Glasschale, auf der ein Glaszylinder mit gleichem Durchmesser stand. Die Versuchstiere saßen auf einer groben Stoffgaze, die über die obere Öffnung des Glaszylinders gespannt war. Als Abschluß wurde eine Glasschale umgekehrt auf den Glaszylinder gestülpt. Dadurch entstand ein geschlossener Raum von 6,5 Liter Inhalt, in welchem sich 5 Versuchstiere in 37 cm Abstand vom begifteten Filterpapier auf der Stoffgaze befanden.

Auf die Atemgiftwirkung der beiden Wirkstoffe Heptachlor und Chlordan wurden je 10mal 5 Männchen von *Blaberus craniifer* Burm. untersucht.

Nach dem Versuch wurde die Stoffgaze, auf der die Tiere während des Versuches saßen, mit *Drosophila melanogaster* auf an der Gaze sublimierten Wirkstoff geprüft. Es stellte sich heraus, daß an der Stoffgaze eindeutig nachweisbare Mengen von Wirkstoff haften. Auch nachdem die Gaze 24 Stunden im Freien gelüftet worden war, hatte sich an diesem Ergebnis nichts geändert.

Daraus ergibt sich, daß die beiden Wirkstoffe zwar die Gasphase durchschreiten, aber, ebenso wie an der Stoffgaze, auf der gesamten Körperoberfläche der Versuchstiere sublimieren, und dann wieder als Kontaktgifte auf die Insekten einwirken können.

Dieses Resultat zeigt in klarer Weise, daß Heptachlor und Chlordan nicht als reine Atemgifte wirken.

Ergebnis (s. Abb. 32): Der Verlauf der Kurven für Heptachlor und Chlordan zeigt, daß der Vergiftungsablauf bei Chlordan, gegenüber Heptachlor,

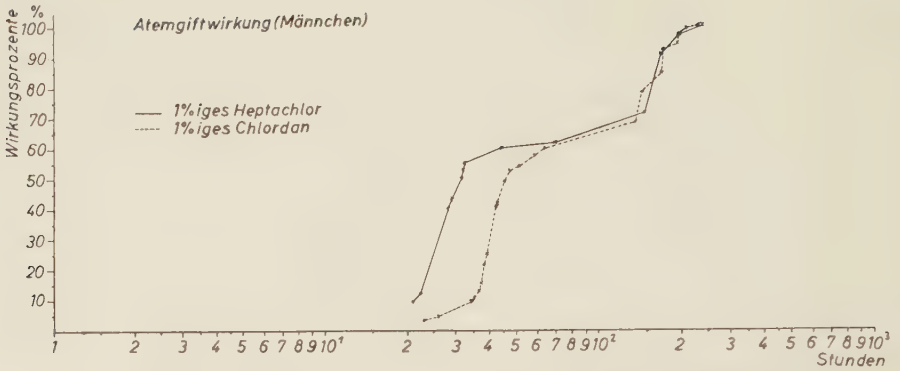


Abb. 32. Heptachlor und Chlordan im Atemgift-Versuch mit männlichen Imagines

anfänglich wieder verzögert ist. Nachdem 60 Wirkungsprozente erreicht sind, sobald sich also alle Versuchstiere im Schädigungsstadium III befinden, hat die Heptachlor- und Chlordan-Kurve den gleichen Verlauf, beide erreichen auch 100 Wirkungsprozente zu fast demselben Zeitpunkt.

Es ergibt sich hier eine große Ähnlichkeit mit dem Verlauf der Kurven beider (1%igen) Wirkstoffe beim Dauerkontakt. Hier wie dort das anfängliche Nachhinken der Chlordan-Kurve (das hier deutlicher ausgeprägt ist), und der annähernd gleiche Verlauf der beiden Kurven im zweiten Anstieg, mit Beginn des Absterbens der Tiere.

Der wesentliche Unterschied besteht darin, daß sich der gesamte Vergiftungsablauf innerhalb einer kürzeren Zeitspanne vollzieht. Die Giftwirkung setzt hier zwar später ein, aber 100 Wirkungsprozente werden zu etwa dem gleichen Zeitpunkt wie beim Dauerkontakt erreicht. Das lange Verweilen der Versuchstiere im Schädigungsstadium III bis zum Übergang in das Schädigungsstadium V bei dem Dauerkontakt-Versuch ist in diesem Versuch über die Atemgiftwirkung stark verkürzt.

Das spätere Einsetzen der Vergiftungserscheinungen bei dem Atemgiftversuch ist offensichtlich dadurch bedingt, daß eine gewisse Zeit verstreichen muß, bis sich die beiden Wirkstoffe in dem geschlossenen Versuchsgefäß verteilt haben. Wenn trotzdem nur die gleiche Zeitspanne, vom Beginn des Versuches an gerechnet, wie beim Dauerkontakt-Versuch verstreicht, bis 100 Wirkungsprozente erreicht sind, so ergibt sich daraus für die beiden Wirkstoffe im Atemgiftversuch eine größere Wirkungsintensität. Es muß angenommen werden, daß diese durch die geschlossene, mit den Wirkstoffen gesättigte Gasatmosphäre bedingt ist, die eine intensive Sublimation der Wirkstoffe an der ganzen Körperoberfläche der Insekten zur Folge hat. Dadurch können die Wirkstoffe gleichzeitig, und bei der gesättigten Gasatmosphäre intensiv, an allen den Stellen des Insektenkörpers eindringen, die dazu eine Möglichkeit bieten.

e. Fraßgiftwirkung durch Einführung der Wirkstoffe in den Oesophagus

Zur Feststellung der Fraßgiftwirkung eines Insektizides sind verschiedene Versuchsanstellungen möglich. So bietet z. B. die sogenannte „Sandwichmethode" ein sehr elegantes Verfahren. Hierbei wird das zu prüfende Insektizid zwischen zwei fest aufeinanderliegende Blätter gebracht, die dem Insekt als Futter geboten werden. Auf diese Weise gelangt der Wirkstoff mit der

Nahrung in den Magen-Darmtraktus, ohne mit dem übrigen Körper des Testtieres in Berührung zu kommen oder in nennenswerten Mengen verdampfen zu können. Eine genaue Feststellung der gefressenen Wirkstoffmenge, was für exakte Vergleichsversuche notwendig ist, ist aber mit dieser Methode nicht möglich.

Die gleiche Schwierigkeit tritt auf, wenn man auf einfache Weise dem Futter (z. B. Hundekuchenmehl bei Schaben) eine bestimmte Menge eines Wirkstoffes zusetzt. Dabei läßt sich auch nicht feststellen, wieviel von dem Wirkstoff von dem Versuchstier aufgenommen wurde. Außerdem müßte mit einer zusätzlichen Giftwirkung von verdampfendem Insektizid gerechnet werden.

Um diese Nachteile auszuschalten, wurde die Wirkstofflösung durch Mundöffnung und Pharynx in den Oesophagus und Kropf mittels einer Mikro-Injektionsspritze in genau dosierter Menge eingeführt. Zu diesem Zwecke wurde die scharfe Spitze einer 20er Injektionsnadel abgefeilt, zugelötet und kurz vor dem zugelöteten Ende seitlich eine kleine Öffnung eingefeilt. Weiterhin war es notwendig, den vorderen Teil der Injektionsnadel gerade soviel umzubiegen, daß er leicht der Krümmung des Pharynx folgen konnte, die dieser beim Durchlaufen von zwei fast senkrecht zueinander stehenden Ringen des Tentoriums in der Kopfkapsel ausführt. Um ein ungestörtes und vorsichtiges Einführen der Injektionsnadel in den Pharynx zu

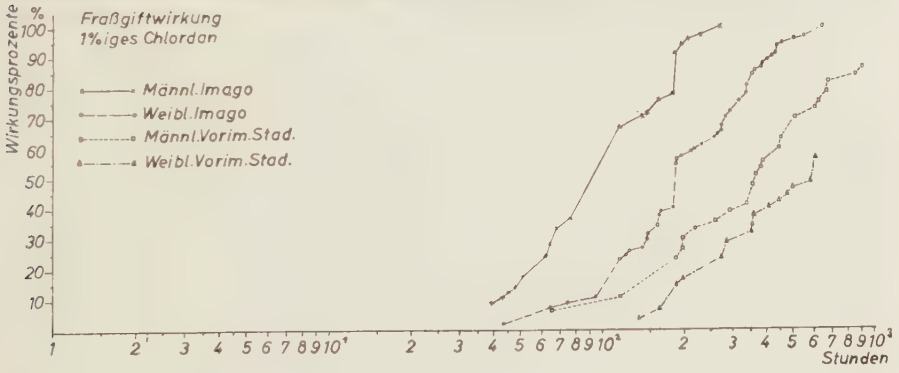


Abb. 33 a

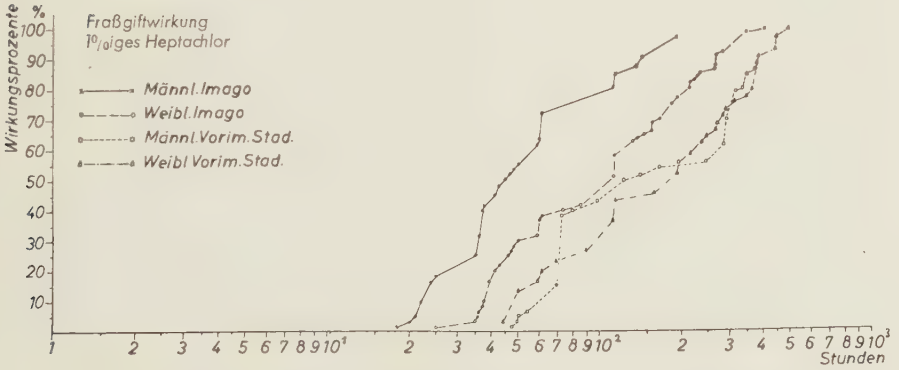


Abb. 33 b

Abb. 33 a, b. Die Wirkung von 1%igem Chlordan (oben) und 1%igem Heptachlor (unten) als Fraßgift auf *Blaberus craniifer* Burm.

ermöglichen, wurden die Versuchstiere vor der Applikation mit CO_2 betäubt.

Es gelangte eine 1%ige Heptachlor- bzw. Chlordanlösung in Erdnußöl zur Verwendung. Jedes der Versuchstiere bekam $^1/_{50}$ cm³ der Wirkstofflösung auf die angegebene Weise in den Oesophagus injiziert.

Bei der Injektion wurden die Tiere mit dem Kopf nach oben und dem Abdomenende nach unten gehalten, so daß das eingeführte Öl in Richtung des Kropfes ablaufen konnte. Ein Erbrechen des verabreichten Öls, nachdem die Tiere wieder aus der Narkose erwacht waren, konnte nicht beobachtet werden.

Sowohl für Heptachlor als auch für Chlordan fanden insgesamt in drei parallelen Versuchen 36 Männchen, 36 Weibchen, 18 männliche und 18 weibliche Vorimaginalstadien von *Blaberus craniifer* Burm. Verwendung. Zur Kontrolle wurde 6 Männchen, 6 Weibchen, 3 männlichen und 3 weiblichen Vorimaginalstadien $^1/_{50}$ cm³ reines Erdnußöl in der gleichen Weise eingeflößt.

Die Kontrollen blieben im Versuch ohne Befund.

Ergebnis (s. Abb. 33): Vergleichen wir diese Kurven mit denen der einfachen Kontaktversuche, so stellen wir fest, daß die Giftwirkung der beiden Wirkstoffe beim Fraßgiftversuch eindeutig später einsetzt als bei dem Kontaktversuch.

(Es kann sich hierbei nur um einen relativen Vergleich handeln, da bei einem Kontakt mit dem Insektizid nicht festgestellt werden kann, welche Wirkstoffmengen in den Schabenkörper eindringen. Bei dem Fraßgiftversuch dagegen konnte eine genaue Dosierung vorgenommen werden.)

Heptachlor erreicht bei den Imagines und den Vorimaginalstadien als Fraßgift etwa nach der gleichen Zeitspanne 100 Wirkungsprozente wie bei der Kontaktbegiftung. Dagegen wird von Chlordan als Fraßgift bei den Imagines eine längere Zeitspanne benötigt, bis 100 Wirkungsprozente erzielt sind, als bei der Kontaktgiftwirkung. Dabei ist diese Verzögerung bei den weiblichen Imagines beträchtlich größer als bei den männlichen. Bei den Vorimaginalstadien werden im Beobachtungszeitraum 100 Wirkungsprozente von Chlordan als Fraßgift nicht erreicht. Die männlichen Vorimaginalstadien kommen auf 86 Wirkungsprozente, die weiblichen Vorimaginalstadien nur auf 56 Wirkungsprozente.

Weiter ist an den Kurven der Fraßgiftwirkung der relativ kontinuierliche Verlauf im Vergleich zu den Kurven des Versuches mit 1%igen Wirkstoffen im Dauerkontakt auffällig. Es fehlt hier also die ausgeprägte Sofortwirkung, wie wir sie beim Kontakt mit den 1%igen Wirkstoffen beobachten konnten. Der Vergleich des 1%igen Heptachlor und Chlordan als Fraßgift mit der Kontaktgiftwirkung zeigt, daß die Wirkstoffe als Fraßgifte eine Verzögerung in ihrem Wirkungseintritt erfahren, und bei Chlordan eine Abschwächung der Wirkungsintensität, besonders bei den Vorimaginalstadien erfolgt.

Auch bei der Fraßgiftwirkung der Insektizide Heptachlor und Chlordan fällt auf, daß der Wirkungseintritt von Chlordan gegenüber dem des Heptachlor verzögert ist. Ebenso wird auch hier wieder deutlich, daß die Empfindlichkeit gegen die beiden Wirkstoffe in der Reihenfolge männliche Imago, weibliche Imago, männliches Vorimaginalstadium, weibliches Vorimaginalstadium abnimmt.

f. Durchtrennung des Nervus femuralis und Begiftung der Tarsen

In diesem Versuch sollte untersucht werden, ob die Vergiftung durch ein

Insektizid, das über die Tarsen und die Gelenkhäute in das Bein der Schabe eindringt, vom Nervus femuralis weitergeleitet wird.

Die von den Thorakalganglien in die Extremitäten führenden Beinnerven stellen hierzu ein günstiges Objekt dar. Wie ROEDER und WEIANT an *Periplaneta americana* L. gezeigt haben, geht der Beinnerv vom Thorakalganglion gemischt, d. h. sensorisch und motorisch ab und teilt sich erst im Bein in drei Äste auf, die gemischt bzw. rein sensorisch sind.

Bei *Blaberus craniifer* Burm. ist der Beinnerv, bevor er in die Coxa eintritt, durch die Gelenkhaut zwischen Coxa und Sternit gut zu erkennen. Wird nun der Beinnerv an der Stelle, an der er in die Coxa eintritt, durchtrennt und ein Insektizid am Bein appliziert, so muß sich im Vergleich zu Tieren, denen der Beinnerv nicht durchtrennt wurde, zeigen, welchen Einfluß dieser auf den Vergiftungsverlauf bzw. auf eine Weiterleitung der Vergiftungserscheinungen hat.

Die praktische Durchführung des Versuches geschah in der Weise, daß kleine, einseitig verschlossene Glasröhrchen, in denen sich die insektizide Substanz befand, über die drei linken Beine von *Blaberus craniifer* Burm. Männchen gestülpt wurden. Der offene Teil der Glasröhrchen, in den die Beine hineinragten, wurde mit verflüssigtem Paraffin ausgegossen. Dadurch saßen einmal die Röhrchen fest an den Beinen, und weiterhin war dadurch der Wirkstoff dicht abgeschlossen. Er konnte also nur über den in den Röhrchen eingeschlossenen Teil der Beine in den Schabenkörper eindringen. Die Beine ragten bis einschließlich des distalen Endes des Femur in die Glasröhrchen. Entsprechend der Länge vom 1., 2. und 3. Bein wurden verschieden lange Röhrchen verwendet. Vor dem Anbringen der Glasröhrchen wurde in jedes derselben $^1/_{25}$ cm³ einer 10%igen Wirkstofflösung in Azeton gefüllt. Danach wurden die Röhrchen für zwei Stunden einem Luftstrom ausgesetzt, wodurch das Lösungsmittel verdunstete. In den Glasröhrchen blieb der reine Wirkstoff an der Wandung zurück.

In Vorversuchen hatte es sich gezeigt, daß es vorteilhafter war, die Glasröhrchen nur an die Beine einer Seite zu befestigen. Wurden an allen sechs Extremitäten die Röhrchen angebracht, so war es nicht möglich, das Schädigungsstadium III (Rückenlage) an den Versuchstieren festzustellen, da sie dann zu sehr in ihrer Bewegung gehemmt waren und nicht auf den Rücken fallen konnten.

Im Versuch wurde der einen Hälfte der Versuchstiere vor dem Anbringen der Glasröhrchen der Beinnerv des 1., 2. und 3. Beines der linken Seite an der bezeichneten Stelle durchtrennt. Nachdem die Schaben mit CO_2 betäubt waren, wurde unter einem Binokular zunächst mit einer feinen Schere die Gelenkhaut zwischen Sternit und Coxa eingeschnitten. Daraufhin konnte der direkt unter der Gelenkhaut liegende Beinnerv mit der Schere durchtrennt werden. Die erst nach Ablauf der Betäubung in geringer Menge austretende Hämolymphe verklumpte sofort und bildete einen Wundverschluß. Zum Vergleich wurde parallel dazu an der gleichen Anzahl Versuchstiere ebenfalls dem 1., 2. und 3. Bein der linken Körperseite Glasröhrchen mit dem Wirkstoff aufgesetzt, *ohne* den Tieren die Beinnerven zu durchtrennen.

Im Vorversuch hatte sich auch gezeigt, daß dieser Versuch mit Chlordan keine verwertbaren Ergebnisse zeigte (sehr langsam eintretende und uneinheitliche Wirkung). Die Ergebnisse beziehen sich als *nur* auf *Heptachlor*.

Es wurden 35 Männchen, deren linke Beinnerven durchtrennt waren, mit 35 Männchen verglichen, deren Beinnerven nicht durchtrennt worden waren. Tiere, denen ohne Applikation von Insektizid die drei linken Beinnerven durchtrennt worden waren, überlebten die Versuchsdauer ohne irgendwelche Schäden.

Ergebnis (s. Abb. 34): Im Vergleich zu den Kurven für die männlichen Imagines in den vorangehenden Versuchen zeigen diese eine schwächere Wirkungsintensität an. Der Beginn der Vergiftungserscheinung setzt verhältnis-

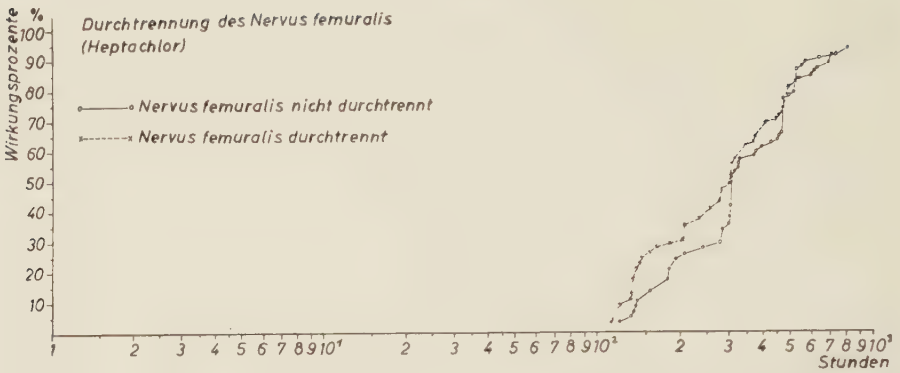


Abb. 34. Der Ablauf der Vergiftung durch Heptachlor bei Männchen, deren Nervus femuralis durchtrennt bzw. nicht durchtrennt wurde

mäßig spät ein, und im Beobachtungszeitraum werden nur 90 bzw. 92 Wirkungsprozente erzielt.

Auffällig ist, daß beide Kurven eng beieinander liegen. Das bedeutet, daß der Verlauf der Intoxikation bei den Männchen, deren Beinnerven durchtrennt wurden, sich nicht wesentlich von dem der Männchen mit intakten Beinnerven unterscheidet. Lediglich in der ersten Hälfte ihres Verlaufes zeigt die Kurve der Tiere mit durchtrennten Beinnerven eine etwas schnellere Intoxikation dieser Tiere an, im Vergleich zu denen mit intakten Beinnerven.

Daraus folgt, daß der Vergiftungsablauf nicht wesentlich durch eine Durchtrennung des Beinnerven verändert wird. Es tritt nicht nur keine Hemmung, sondern sogar anfänglich eine leichte Förderung des Vergiftungsablaufes ein. Diese dürfte darauf zurückzuführen sein, daß das eingedrungene Insektizid in den verletzten Beinnerv eindringen und die Intoxikation dadurch eine geringe anfängliche Beschleunigung erfahren kann.

Das Ergebnis des Versuches spricht weiter dafür, daß der Hämolymphe eine bedeutende Rolle für den Transport des peripher eingedrungenen Insektizids zukommt. Nur durch die Hämolymphe konnte es bei durchtrenntem Beinnerv in den Schabenkörper eindringen.

g. Phaenologie des Vergiftungsablaufes

Die von Chlordan und Heptachlor an *Blaberus craniifer* Burm. verursachten Vergiftungserscheinungen zeigen einen charakteristischen Ablauf. Ein Unterschied im äußeren Vergiftungsbild zwischen Chlordan und Heptachlor konnte nicht beobachtet werden. Dagegen sind geringe Unterschiede zwischen den Imagines und den Entwicklungsstadien deutlich geworden. Weiter konnte festgestellt werden, daß die verschiedenen Applikationsmethoden (Kontakt-, Fraß-, Atemgiftwirkung, Injektion) keine grundsätzlichen Unterschiede in der Art des Vergiftungsablaufes zur Folge haben.

Wenig charakteristisch und nicht immer ausgeprägt ist eine Erscheinung, die an Imagines beobachtet werden kann, welche auf einer begifteten Unterlage sitzen. Nach einer gewissen Kontaktdauer beginnen diese Tiere ihre Extremitäten zu putzen, indem sie sie von der Basis bis zu den Tarsen mit den Mundwerkzeugen bearbeiten.

Das erste allgemeine Charakteristikum des Vergiftungsbildes, das an Imagines und Entwicklungsstadien beobachtet werden kann, ist eine Art von

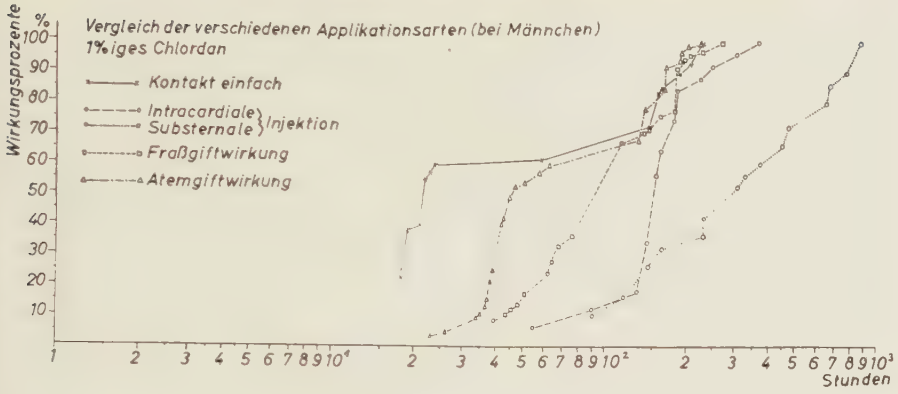


Abb. 35 a

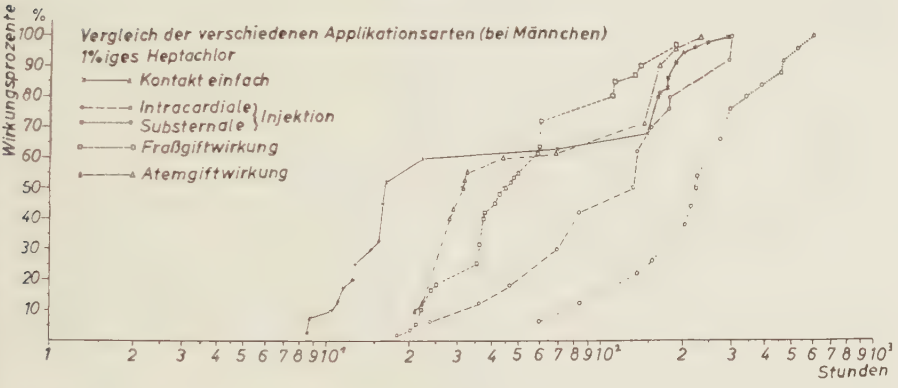


Abb. 35 b

Abb. 35 a, b. Vergleich der verschiedenen Applikationsarten bei Männchen für 1%iges Chlordan (oben) und 1%iges Heptachlor (unten)

Ataxie. Da die Tiere zu Beginn des Versuches meist ruhig in den Versuchsgefäßen sitzen, wird diese Ataxie erst dadurch deutlich, daß die Tiere auch bei heftiger Berührung sich nicht von der Stelle bewegen. (Kontrolltiere laufen auch bei geringer Berührung aufgeregt im Versuchsgefäß umher.) Sie krallen sich in diesem ersten Vergiftungsstadium krampfhaft an der Unterlage fest und sind schließlich nicht mehr in der Lage, sich normal fortzubewegen. Die Tarsen sind krampfartig ventralwärts eingekrümmt.

Diese Ataxie geht bei den Entwicklungsstadien anschließend in eine Verkrampfung des ganzen Körpers über. Die Tiere krümmen sich ventral ein und stemmen sich mit den Extremitäten von der Unterlage ab. Schließlich haben sich die Tiere so stark eingerollt, daß sie auf den Rücken fallen. In der Rückenlage, dem Schädigungsstadium III, beginnen sie sofort heftig mit den Extremitäten zu strampeln.

Bei den geflügelten Imagines ist der Übergang von der Ataxie in die Rückenlage durch ein Stadium starker Nervosität gekennzeichnet. Mit fortschreitender Intoxikation geht die Ataxie also in eine gegenteilige Reaktion über. Die Tiere laufen dabei sehr nervös und mit großer Vehemenz umher. Sobald nun ein Tier bei diesem nervösen Umherrennen aus dem Gleichgewicht gerät und auf den Rücken fällt, ist es nicht mehr fähig, sich wieder

in seine Normallage aufzurichten, was normalen unbegifteten Tieren ohne Schwierigkeit gelingt. In der Rückenlage (Schädigungsstadium III) beginnen auch die Imagines sofort heftig mit den Extremitäten zu strampeln.

Die Erscheinung, daß die vergifteten Tiere mit fortschreitender Intoxikation auf den Rücken fallen und sich nicht mehr aus dieser Lage befreien können, deutet auf eine akute Störung des Gleichgewichtssinnes, des propriorezeptiven Systems hin. Das heftige Strampeln mit den Extremitäten kann als unkoordinierter Versuch des Wiederaufrichtens angesehen werden. (Normale, unbegiftete Tiere befreien sich durch heftiges Schlagen der Extremitäten einer Seite und gleichzeitigem ruckartigem Lüften der Flügel aus der Rückenlage.)

Das Strampeln der Tiere, die sich in der Rückenlage befinden, verliert (nach etwa 12—24 Stunden) langsam an Heftigkeit und geht in einen Tremor über. Dieser erfolgt anfangs in kurzen Abständen hintereinander, wobei das Zittern der Beine mit einem Zusammenzucken beginnt. Das spontane Zittern der Extremitäten wird immer seltener, bis die Tiere nur noch auf äußere Reize (Beklopfen der Unterlage oder Berührung der Tiere) mit einem schwachen Beintremor reagieren. Schließlich ist die Vergiftung so weit fortgeschritten, daß auch kein Tremor der Beine mehr beobachtet werden kann. Nur die Mundwerkzeuge und die Cerci beantworten Berührungsreize mit sehr schwachen Bewegungen. Sind endlich auch diese Reaktionen nicht mehr festzustellen, dann ist nur noch das Pulsieren des Dorsalgefäßes bis zum endgültigen Eintritt des Todes zu beobachten.

Die Dauer der einzelnen Vergiftungsphasen ist zum größten Teil von der angewandten Wirkstoffkonzentration abhängig. Der Zeitraum vom Eintreten der ersten Vergiftungssymptome bis zum Übergang in die Rückenlage ist bedeutend kürzer als das anschließende Schädigungsstadium III bis zum Eintritt des Todes.

6. Zusammenfassung und Diskussion der Versuchsergebnisse

a. Im Dauerkontaktversuch zeigen Chlordan und Heptachlor bei der höchsten angewendeten Wirkstoffkonzentration (1%ig) eine ausgeprägte Sofortwirkung. Bei der mittleren Wirkstoffkonzentration (0,1%ig) ist sie in abgeschwächter Form nur noch für Heptachlor zu erkennen. Trotzdem bleibt für die 0,1%ige Heptachlor-Konzentration die Abtötungsgeschwindigkeit annähernd die gleiche wie für die 1%ige. Die 0,1%ige Chlordan-Konzentration weist keine Sofortwirkung mehr auf, und benötigt auch im Vergleich zu der 1%igen Konzentration einen größeren Zeitraum, bis 100 Wirkungsprozente erreicht sind. Die 0,01%ige Konzentration der beiden Wirkstoffe zeigt praktisch nur noch bei den männlichen und weiblichen Imagines eine Wirkung.

Eine höhere Temperatur beeinflußt die Wirkungsgeschwindigkeit des Heptachlor positiv.

1%iges Heptachlor hat bei Verweilzeiten von 80 Minuten an ausreichende toxische Wirkung. Das 1%ige Chlordan dagegen weist erst bei einer Verweilzeit von 640 Minuten (und 320 Minuten) vergleichbare Erfolge auf. Für Heptachlor genügt demnach $^1/_4$ bis $^1/_8$ der Verweilzeit, um den gleichen Vergiftungsgrad zu erreichen.

Die Injektion der beiden 1%igen Wirkstoffe (in Erdnußöl gelöst) in den Körper der Versuchstiere weist eine deutliche Verzögerung des Vergiftungsablaufes im Vergleich zu den Kontaktversuchen auf. Auffallend ist dabei, daß die Injektion der Wirkstoffe in das Dorsalgefäß eine schnellere Intoxikation zur Folge hat als die Injektion in die ventrale Leibeshöhle.

Die Verzögerung bei der Injektion, im Vergleich zur äußeren Applikation der Wirkstoffe (Kontakt- und Atemgiftwirkung), führt zu dem Schluß, daß Chlordan und Heptachlor ihre insektizide Wirkung besonders leicht von der Peripherie des Insektes her entfalten. Dabei ist die Annahme einer Intoxikation über die peripheren Sinnesorgane und damit über das periphere Nervensystem naheliegend.

Die langsamere Wirkung der Injektion in die ventrale Leibeshöhle ist wahrscheinlich auf eine teilweise Ablagerung des Erdnußöls, das die Insektizide gelöst enthält, im Fettgewebe zurückzuführen. Dadurch werden die Insektizide zeitweilig einer Wirkungsmöglichkeit entzogen. Die schnellere Intoxikation nach der intracardialen Injektion kann darauf beruhen, daß die Wirkstoffe schneller über den ganzen Körper verteilt werden, was größere Möglichkeiten einer insektiziden Wirkung bietet.

Bedeutsam ist die Tatsache, daß bei der Injektion in die ventrale Körperhöhle (in den Perineuralsinus also) die insektiziden Substanzen unmittelbar das zentrale Nervensystem umspülen oder mindestens in seine nähere Umgebung gelangen. Wenn trotzdem keine schnellere Intoxikation als bei der intracardialen Injektion oder bei der äußeren Applikation erfolgt, so zeigt das, daß Chlordan und Heptachlor nicht in der Lage sind, in diese intakten Nerven einzudringen, bzw. ihre toxische Wirkung an diesen unverletzten Nerven zu entfalten vermögen.

Im Atemgiftversuch erreichen Chlordan und Heptachlor, im Vergleich zu den anderen Versuchen, in der kürzesten Zeit 100 Wirkungsprozente. Eine mit den Wirkstoffen gesättigte Atmosphäre bietet also Chlordan und Heptachlor die günstigste Wirkungsmöglichkeit. Die Tiere sind dann an ihrer gesamten Körperoberfläche der Einwirkung der Insektizide ausgesetzt. Das Ergebnis des Versuches spricht dafür, daß die insektiziden Substanzen an der gesamten Körperoberfläche (intensiver als beim einfachen Kontaktversuch) der Versuchstiere sublimieren und über die verschiedensten Sinnesorgane der Körperoberfläche, die Intersegmentalhäute und das Tracheensystem in den Körper der Schaben eindringen. Das Chlordan zeigt dabei nach einer anfänglichen Verzögerung die gleiche Wirkungsintensität wie das Heptachlor. Von einer reinen Atemgiftwirkung, also einem Eindringen der Insektizide nur durch die Stigmen und das Tracheensystem in den Schabenkörper, kann nicht die Rede sein.

Das Ergebnis des Fraßgiftversuches unterscheidet sich nicht wesentlich von dem der intracardialen Injektion der Insektizide. Der Darmtraktus stellt demnach für das Eindringen von Chlordan und Heptachlor in den Schabenkörper kein Hindernis dar; die beiden Insektizide werden im Darm in ihrer Wirksamkeit nicht verändert.

b. Bei allen Applikationsarten ist eindeutig die größere Wirkungsintensität des Heptachlor gegenüber dem Chlordan zu erkennen. Die verminderte Wirkung des Chlordan bei den Kontakt- und Atemgiftversuchen kann nicht auf eine verzögerte Eindringungsgeschwindigkeit zurückgeführt werden, da sich bei der direkten Injektion der Wirkstoffe in den Insektenkörper, und auch beim Fraßgiftversuch, das gleiche Ergebnis zeigt. Die geringere Intensität

des Chlordan gegenüber dem Heptachlor kommt einmal darin zum Ausdruck, daß der Beginn der Intoxikation später als beim Heptachlor einsetzt. Außerdem erreicht das Chlordan auch zu einem späteren Zeitpunkt 100 Wirkungsprozente.

Eine Ausnahme davon machen der Dauerkontaktversuch mit 1%igen Wirkstoffen und der Atemgiftversuch, der ebenfalls mit 1%igen Wirkstoffen durchgeführt wurde. In diesen beiden Fällen erreichen Heptachlor und Chlordan im gleichen Zeitraum 100 Wirkungsprozente. Die Unterlegenheit des Chlordan wird also bei äußerer Applikation im Bereich einer hohen Wirkstoffkonzentration (1%ig) kompensiert. Demgegenüber aber fällt die Wirkungsintensität des Chlordan bei der niedrigsten Konzentration (0,01%ig) im Dauerkontakt gegenüber dem Heptachlor am stärksten ab.

c. In allen Versuchen, in denen die Wirkung von Chlordan und Heptachlor auf die männlichen und weiblichen Imagines sowie männliche und weibliche Vorimaginalstadien verglichen wurde (Dauerkontakt, Injektion, Fraßgiftwirkung), konnte die gleiche Beobachtung gemacht werden. Stets reagieren die männlichen Imagines am empfindlichsten auf Chlordan und Heptachlor. In der Reihe der abnehmenden Empfindlichkeit folgen die weiblichen Imagines und weiter die männlichen Vorimaginalstadien; am wenigsten empfindlich waren in allen Versuchen die weiblichen Vorimaginalstadien.

Im Dauerkontakt mit 0,01%igem Chlordan und Heptachlor reagierten die beiden Vorimaginalstadien, im Gegensatz zu den Imagines in beiden Geschlechtern, praktisch nicht mehr. Eine relativ einheitliche Reaktion zeigten männliche und weibliche Imagines einerseits und die beiden Vorimaginalstadien andererseits auf die intracardiale und substernale Injektion von Heptachlor.

Die auffallend unterschiedliche Empfindlichkeit dürfte auf den verschiedenen inneren physiologischen Zustand von Imagines und Vorimaginalstadien zurückzuführen sein. Unter anderem wird hier das verschieden stark ausgebildete Fettgewebe eine Rolle spielen. Bei den Vorimaginalstadien ist dieses am stärksten entwickelt. Unter den Imagines weist das Männchen ein geringeres Fettgewebe auf als das Weibchen.

d. Es zeigt sich, daß die Durchtrennung des Nervus femuralis die Weiterleitung einer Intoxikation, durch von außen in das Bein eindringendes Heptachlor verursacht, nicht hemmt. Eine anfänglich geringe Beschleunigung des Vergiftungsablaufes ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß der Wirkstoff leicht in den verletzten Nerv eindringen kann.

Die Bedeutung der Hämolymphe für den Transport von injiziertem Chlordan und Heptachlor wurde bereits bei der intracardialen Injektion der Wirkstoffe deutlich. Ebenso dürfte der Hämolymphe eine wichtige Transportfunktion für die beiden von außen in den Schabenkörper eindringenden Insektizide zukommen.

Zusammenfassung

I.

1. Männliche und weibliche Imago von *Blaberus craniifer* Burm. unterscheiden sich im Bau der letzten Abdominalsternite.
2. Bau und Funktion des männlichen Genitalapparates werden dargestellt.

3. Die Geschlechtsreife tritt im Durchschnitt 6–7 Tage nach der Imaginalhäutung ein.
4. Das Paarungsverhalten der Imagines läßt sich in drei Phasen einteilen: 1. Erkennen des Geschlechtspartners, 2. Werbung des Männchens, 3. Kopula.
5. Der Spermatophor besteht aus einer harten Schale, die einen gallertartigen Kern mit den Spermatozoen einhüllt. Größe und Gestalt der Spermatophoren variieren stark.
6. Die Tragzeit der Weibchen, von der Kopula bis zur Geburt, schwankt zwischen 73 und 96 Tagen.
7. Eine einmalige Kopula reicht zur Befruchtung der Eier von drei Ootheken aus. Die Spermatozoen sind etwa 160 Tage lebensfähig.
8. Die Jungtiere fressen nach der Geburt, die einzelnen Jugendstadien nach jeder Häutung, die Oothekenhülle auf.
9. Im Durchschnitt enthält eine Ootheke 37 Eier. Durchschnittlich entfallen auf eine Geburt 29 Jungtiere.
10. Die männlichen Tiere häuten sich nach 8, die weiblichen Tiere nach 9 Jugendstadien zur Imago.
11. Vom 7. Jugendstadium an lassen sich männliche und weibliche Tiere an den letzten Abdominalsterniten unterscheiden.
12. Bei 25–26° C benötigen die Männchen von Geburt bis zur Imaginalhäutung durchschnittlich 186–236 Tage, die Weibchen 223–273 Tage.
13. Männliche Tiere erhöhen ihr Gewicht von der Geburt bis zur Imago um das 90fache, weibliche um das 120fache.
14. Bei *Blaberus craniifer* Burm. tritt gelegentlich Kanibalismus auf.
15. Im Darmtraktus einiger Imagines von *Blaberus craniifer* Burm. wurden Nematoden und Gregarinen festgestellt.

II.

16. Im Dauerkontakt-Versuch zeigen Chlordan und Heptachlor bei einer 1%igen Konzentration eine ausgeprägte Sofortwirkung.
17. 1%iges Chlordan und Heptachlor haben bei einer intracardialen Injektion eine schnellere Wirkung als bei substernaler Injektion.
18. Im Vergleich zu den anderen Applikationsarten werden durch die „Atemgift-Wirkung" am schnellsten 100 Wirkungsprozente erreicht.
19. Chlordan und Heptachlor werden als Fraßgifte in ihrer Wirksamkeit durch den Darmtraktus nicht verändert.
20. Die männlichen Imagines reagieren auf Chlordan und Heptachlor am empfindlichsten. In der Reihe der abnehmenden Empfindlichkeit folgen die weiblichen Imagines, die männlichen Vorimaginalstadien, die weiblichen Vorimaginalstadien.
21. Der Nervus femuralis ist nicht für die Weiterleitung einer Intoxikation verantwortlich zu machen.
22. Der Hämolymphe kommt eine wichtige Funktion beim Transport von Chlordan und Heptachlor innerhalb des Insektenkörpers zu.
23. Bei allen Versuchen war das Heptachlor in seiner Wirkungsintensität dem Chlordan überlegen.
24. Die Phaenologie des Vergiftungsablaufes von *Blaberus craniifer* Burm. ist für Chlordan und Heptachlor die gleiche.

Summary

The sexes can be distinguished from the seventh nymphal instar by the structure of the apex of the abdomen. – The structure and function of the male genitalia are described. – Sexual maturity is reached on the average 6–7 days after the last moult. – Mating behaviour can be separated into three phases. – The size and shape of the spermatophore varies considerably. – The time between copulation and birth varies between 73 and 96 days. – A single mating fertilizes the eggs of three oothecae. The spermatophores are viable for about 160 days. – On the average, one ootheca contains 37 eggs and there are 29 young per birth. – Males become adult after eight nymphal instars, females after nine. – At 25–26°C males need 186 to 236 days to become adult, females 223 to 273 days. – Cannibalism occasionally occurs. – Nematodes and gregarines were found in the gut of some adults.

1 % Chlordane and Heptachlor show a marked immediate contact effect. – They have a quicker action by intracardiac injection than by substernal injection. – The effectiveness of Chlordane and Heptachlor as a stomach poison is not affected by the alimentary system. – Male adults are the most susceptible to these compounds. – The femoral nerve is not responsible for the further transmission of the effect. – The haemolymph plays an important part in transporting the compounds inside the body. – Heptachlor was superior to Chlordane in all tests.

Abb. 22[1]. Das Thorakalschild der schlüpfenden Imago ist bereits aus der Exuvie herausgelöst

Abb. 23[1]. Nur die Abdomenspitze steckt noch in der Exuvie

Literatur

Anderson, A., R. B. March and R. L. Metcalf: Inhibition of the succinoxidase System of susceptible and resistant House Flies by DDT and related Compounds. – Ann. Ent. Soc. Amer. 47 (4) 1954.

Anderson, A. and R. B. March: Inhibitors of carbonic Anhydrase in the American Cockroach, Periplaneta americana. – Can. J. Zool. 34, 1956.

Babers, F. H. and J. J. Pratt: Resistance of Insects to Insecticides: The Metabolism of Insecticide DDT. – J. Econ. Ent. 46, 1953.

Bradburg, F. R. und H. Standen: The Fate of γ-Benzene Hexachloride in normal and resistant House Flies, I.-J. Sci. Fd. Agric. 6/2, London 1955.

[1] Die obigen Abb. 22 und 23 gehören zu Teil I, Kap. 7 h (Imaginalhäutung). Sie sind dort versehentlich ausgefallen.

Brown, B. E. and A. W. A. Brown: The Effect of insecticidal Poisoning on the Level of Cytochrom Oxidase in the American Cockroach. – J. Econ. Ent. 1956.
Casida, J. E.: Comparative Enzymology of certain insect Acetylesterases in relation to poisoning by organophosphorus Insecticides. – Biochem. J. 60, 1955.
Chamberlain, W. F. and W. M. Hoskins: The Inhibition of Cholinesterase in the American Roach by organic Insecticides and related phosphorus-containing Compounds. – J. Econ. Ent. 44, 1951.
Cutkomp, L. K.: Recent Trends in Insecticide Research. Trans. Am. Assoc. Cereal Chemists 13 (87–107), 1955.
Duspiva, F.: Zum Wirkungsmechanismus moderner synthetischer Insektizide. – Angew. Chem. 66, 1954.
Frear, D. E. H.: Chemistry of the Pesticides. – D. Van Nostrand Co. 1955.
Hartley, J. B. and A. W. A. Brown: The Effects of certain Insecticides on the Cholinesterase of the American Cockroach. – J. Econ. Ent. 48, 1955.
Hoffmann, R. L. and A. W. Lindquist: Absorption and Metabolism of DDT, Toxaphene and Chlordane by resistant House Flies as determined by Bioassay. – J. Econ. Ent. 45, 1952.
Hopf, H. S.: Studies on the Mode of Action of Insecticides. – Ann. appl. Biol. 39, 1952; 41, 1954.
Kearns, C. W.: The Mode of Action of Insecticides. – Ann. Rev. Entomol. I, 1956.
Kearns, C. W., L. Ingle and R. L. Metcalf: A new chlorinated Hydrocarbon Insecticide. – J. Econ Ent. 38, 1945.
Lalonde, D. I. V. and A. W. A. Brown: The Effect of Insecticides on the Action Potentials of Insects Nerve. – Canad. J. Zool. 32, 1952.
Lhoste, J. and A. Roche: Action de l'heptachlore sur les ganglions cerebroides de la blatte Blabera fusca Br. – Arch. Anat. Microsc. et. Morphol. Exptl. 45 (4), 1956.
Lüers, Th., H. Köpf, V. Bochnig und H. Lüers: Vergleichende histologische Untersuchungen am ZNS DDT-resistenter und sensibler Stämme von Drosophila melanogaster nach DDT-Einwirkung. – Zool. Anz. Suppl. 18, 1955.
March, R. B.: The Resolution and chemical and biological Characterisation of some Constituents of technical Chlordane. – J. Econ. Ent. 45, 1952.
Metcalf, R. L.: Organic Insecticides, Their Chemistry and Mode of Action. – New-York-London, 1955.
Morrison, P. E. and A. W. A. Brown: The Effects of Insecticides on Cytochrom c Oxidase obtained from the American Cockroach. – J. Econ. Ent. 47, 1954.
Müller, P.: DDT, das Insektizid Dichlordiphenyltrichloräthan und seine Bedeutung. Basel, 1955.
Nutting, W. L.: Observations on the Reproduction of the giant Cockroach, *Blaberus craniifer* Burm. – Psyche 60 (I), 1953.
O'Brien, R. D.: The Inhibition of Cholinesterase and Succinoxidase by Malathion and its Isomer. – J. Econ. Ent. 49, 1956.
O'Brien, R. D. and E. Y. Spencer: Action of Schradan in the Cockroach. – Nature 179, 1957.
Pfaff, W.: Untersuchungen über den Aufbau der Insektencuticula und den Eindringungsmechanismus des Kontaktinsektizides E 605. – Höfchen-Briefe 5. Jg./3, 1952.
Pistor, K.: Histologische Untersuchungen am Nervensystem von *Calliphora erythrocephala* Meig. nach Insektizideinwirkung. – Die Naturwissenschaften 41, 10, 1954.
Reiff, M.: Nachweis des fermentativen Abbaues der DDT-Wirksubstanz mit Fliegenextrakten im Papierchromatogramm. – Rev. suisse Zool. 62, 1955.
Rhen, J. A. G. and M. Hebard: The Orthoptera of West Indies, Blattidae. – Bul. Amer. Mus. Nat-Hist. 54, 1927.
Roark, R. C.: A digest of Information on Chlordane. – U. S. D. A. Bur. Ent. Pl. Quar. E-817, 1951.
Roeder, K. D. and E. A. Weiant: The Effect of DDT on sensory and motor Structures of the Cockroach Leg. – J. Cellular Comp. Physiol. 32, 1948.
Rogoff, W. M. and R. L. Metcalf: Some insecticidal Properties of Heptachlor. – J. Econ. Ent. 44, 1951.
Roth, L. M. and E. R. Willis: The Reproduction of Cockroaches. – Smiths. Misc. Coll. Vol. 122, no. 12.
Sacklin, J. A., L. C. Terriere and L. Remmert: Effect of DDT on enzymic Oxidation and Phosphorylation. – Science 122, 1955.
Saupe, R.: Zur Kenntnis der Lebensweise der Riesenschabe *Blabera fusca* Brunner und der Gewächshausschabe *Pygnoscelus surinamensis* L. – Zschr. f. angew. Entomol., 1929.

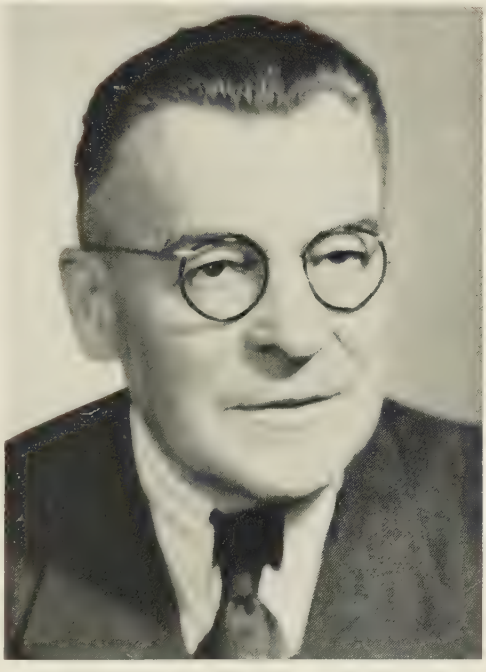
Schrader, G.: Die Entwicklung neuer Insektizide auf der Grundlage organischer Fluor- und Phosphorverbindungen. – Monogr. zu „Angewandte Chemie" Nr. 62, 1951.
Sternburg, J., E. B. Vinson and C. W. Kearns: Enzymatic Dehydrochlorination of DDT by resistent Flies. – J. Econ. Ent. 46, 1953.
Weiant, E. A.: Electrophysiological and behavioral studies on DDT-sensitive and DDT-resistant House Flies. – Ann. Ent. Soc. Amer. 48, 1955.
Wiesmann, R.: Die Eintrittspforten des p,p'-Dichlordiphenyltrichloräthans am Insektenkörper. – Mitt. d. Schweizer. Entomol. Ges. 22/3, 1949.
— Der heutige Stand des Insektizidresistenzproblems. – 30. Tagung d. deut. Pflanzenschutzdienstes, 1954.
— Vergleichende Untersuchungen über die Reizleitung normalsensibler und resistenter Imagines von *Musca dom.* L. unter Einwirkung von DDT-Substanz. – Mitt. d. Schweizer. Entomol. Ges. 28/3, 1955.
Witt, P. N.: Ein Test zur Prüfung der Wirksamkeit insektizider Substanzen und ein Beitrag zum Mechanismus der Wirkung von DDT und HCH. – Z. Naturforsch. 2b, 1947.

PERSONALIEN

Zum Gedenken an Ernst Janisch

Am 13. 7. 1960 ist Ernst Janisch während eines Urlaubs im Salzburger Land im Alter von 67 Jahren nach einem Herzanfall gestorben.

Janisch begann 1912 das Studium der Naturwissenschaften an der Universität Marburg. Nach vierjähriger Unterbrechung durch Teilnahme am ersten Weltkrieg setzte er 1919 sein Studium fort. Bereits Ende des Jahres promovierte er bei E. Korschelt mit einer morphologischen und histologischen Arbeit über den Bau des Enddarmes vom Flußkrebs. Während der anschließenden zweijährigen Assistentenzeit bei Arthur Meyer am Botanischen Institut beschäftigte er sich mit den Lebenserscheinungen der lebendigen Zelle, insbesondere mit der Histologie und Entwicklung der Muskelzellen, wobei er die Feinstrukturen im Zusammenhang mit dem Zustand der lebendigen Zelle und ihrer Physiologie zu deuten suchte.



Nach dem Staatsexamen in Biologie, Chemie und Geologie begann Janisch im März 1921 seine Tätigkeit bei der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, zunächst als Assistent im Laboratorium für Speicher- und Vorratsschädlinge. Bereits die ersten Untersuchungen an Brotkäfer und Mehlmotte entschieden über die Ausrichtung seiner Forschung. Die Beobachtung der physiologischen Umstimmung sowie der Zeitspanne erfolgreicher Kopulation und Eiablage führte zu einer genauen Abgrenzung der auch bekämpfungsbiologisch wichtigen Abschnitte im Imaginalleben des Brotkäfers. Es gelang, jungfräuliche Weibchen der Mehlmotte durch Kohlensäurebegasung in den Zustand des kritischen Alters (ohne Geschlechtsfunktionen) zu versetzen. Die künstlich gealterten Tiere zeigten die gleiche Plasmakondensation wie gleichaltrige normale. Es müßte somit möglich sein, die schweren, den Tod der Individuen erzielenden Gifte durch leichte Gifte oder geringe Dosierungen zu ersetzen und damit die Populationen durch Unterbindung der Fortpflanzung zum Absterben zu bringen.

Bei seinen Arbeiten über die Mehlmotte untersuchte Janisch auch die Temperaturabhängigkeit der Ei-Entwicklung. Die mathematische Deutung der empirischen Kurve führte ihn zu der Aufstellung der Kettenlinienformel.

Die Kettenlinie, die die beobachteten mittleren Entwicklungszeiten im Gegensatz zu den bisherigen Lösungsversuchen (einfache Exponentiallinie, Hyperbel) auch für die Temperaturextreme genau erfaßte, ist die Resultierende zweier spiegelbildlich gegeneinander verlaufender Exponentiallinien, von denen die eine die Förderung, die andere aber die Hemmung der Entwicklung durch die Temperatur darstellt. JANISCH addierte die beiden Exponentialgleichungen und ihre Reziproken in verschiedener Weise und in verschiedener Gliederzahl zu exponentialen Funktionen. Dabei erhielt er zahlreiche Kurventypen, die sich bei den funktionalen Abhängigkeiten biologischer Vorgänge wiederfanden. Diese Erkenntnis führte ihn zu einer neuen Fassung des Exponentialgesetzes, die in einem 380 Seiten umfassenden Werk entwickelt und mit einer Fülle von Beispielen aus den verschiedensten biologischen Gebieten belegt wird.

Nachdem ihm 1927 die Leitung des Laboratoriums für allgemeine Biologie (später in „ökologische Zoologie", dann in „forstliche Zoologie" umbenannt) übertragen war, konnte sich JANISCH ganz den Untersuchungen über die Wirkung abiotischer und biotischer Umweltfaktoren auf die Entwicklung und Vermehrung der Schadinsekten widmen. Wesentliche Erkenntnisse brachten ihm zwei Forschungsreisen in die Tropen: im Sommer 1928 nach Ägypten und im Frühjahr 1930 nach Ceylon. Das Studium des hauptsächlich temperaturbedingten Massenwechsels der Baumwolleule in Ägypten ergab, daß der einzige biologisch ausgezeichnete Punkt in der Temperaturskala das Optimum ist. Jede Abweichung davon verursacht eine Schädigung. Der Tod tritt auf einem um so früheren Entwicklungsstadium ein, je mehr sich die Temperatur den Extremen nähert. Das gleiche gilt für andere Lebensbedingungen. Die Entwicklung erscheint unter dem Bild einer verzögerten Bewegung. Der Anfangsgeschwindigkeit wirkt eine Verzögerung entgegen, die sich durch das Produkt mit der Zeit bis zum Eintritt des Todes ständig vergrößert. Die Entwicklungsstadien lassen sich als Wegstrecken, der physiologische Zustand als Entwicklungsgeschwindigkeit berechnen. In Ceylon gelang unter den dort gegebenen optimalen Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen die verlustlose Aufzucht einiger Schmetterlings- und Wanzenarten bis zur Imago, wenn die Zuchtmethoden einwandfrei waren.

Nachdem durch methodische Untersuchungen die Voraussetzungen für die Konstanthaltung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit geschaffen waren (die nach den Vorschlägen JANISCHS im Gebäude der Reichsanstalt eingerichteten Kühl- und Wärmekammern dienten vielen, auch ausländischen Instituten als Muster), untersuchte JANISCH die Wirkung kurz- und langfristiger Temperaturschäden auf den physiologischen Zustand der Population am Beispiel der Bettwanze. Ein Schadfaktor, dessen Größe als Keilwinkel in einem Diagramm berechnet werden kann, äußert sich zunächst in einer Vergrößerung der Variationsbreite. Stärkere Schäden führen zum Tode der Schwachen und dadurch wieder zu einer Verkleinerung der Variationsbreite, schließlich zu verminderten Eizahlen und einer Verkürzung des Imaginallebens. Die Schäden wirken in den Folgegenerationen nach. Auf Grund der Beobachtung, daß sich die Variationsbreite mit den Versuchsbedingungen ändert, unterschied JANISCH zwischen variationsstatistischer und physiologischer Versuchsauswertung. Er glaubte, bei Verwendung von Mittelwerten die gesetzmäßigen Beziehungen nicht finden zu können, und daß sich die arteigene Reaktion nur in den kürzesten Entwicklungszeiten bzw. besten Leistungen zeigt, weil diese sich auch bei ungünstigen Bedingungen nur wenig ändern, während die phy-

siologisch schwachen Nachzügler mehr oder weniger starke Verzögerungen oder Minderleistungen aufweisen[1].

Temperaturuntersuchungen an der Nonne bei verschiedener Luftfeuchtigkeit, Ernährung, Krankheit und Giftschädigung und am Kohlweißling für die einzelnen Stadien ergaben, daß das Optimum als Fixpunkt in der Temperaturskala ein physiologisches erbgebundenes Artmerkmal ist. Es wird gefunden bei der Einschaltung eines Zweitfaktors aus den Linien gleicher Sterblichkeit im Mortalitätsdiagramm oder aus der kleinsten Differenz zwischen den Temperaturkurven. Die Lagekonstante und die beiden Richtungskonstanten der asymmetrischen Kettenlinie sind ebenfalls Artmerkmale, die über Stenökie und Euryökie und die geographische Verbreitung entscheiden. Dies gilt auch für Pilze (Beispiel *Aspergillus niger).*

Nach Erarbeitung dieser Grundlagen widmete sich JANISCH dem Massenwechselproblem. Sein Ziel war, durch Erhebungen im Freiland und Untersuchungen unter optimalen Bedingungen im Laboratorium den Gesundheitszustand der Population zu prüfen und damit der Prognose eine sichere Basis zu geben. Die zusammen mit ROEGNER-AUST für die Nonne ermittelten Befunde wurden durch Häutungs- und Absterbeordnung sowie -folge dargestellt und vermitteln auch dem Praktiker ein anschauliches Bild von dem Zustand seiner Population. Dabei wurden eine neue Mykose und zwei Bakteriosen gefunden. Ferner konnte die Natur der Polyedervirose und ihre Übertragung im Ei gesichert werden.

JANISCHS Dienststelle wurde 1943 nach Eisgrub (jetzt CSR) ausgelagert. Sie ging zu Beginn des letzten Kriegsjahres verloren; JANISCH kam für kurze Zeit als Soldat in amerikanische Kriegsgefangenschaft. Danach unterstützte JANISCH G. NITSCHE beim Aufbau des Institutes für Tabakforschung in Wohlsdorf-Biendorf (Sachsen-Anhalt) und bearbeitete hier bis Juni 1951 Wachstum, Reifung und Fermentation des Tabaks. Nach dreijähriger notgedrungener Beschäftigung mit bakteriologischen Lebensmitteluntersuchungen am Laboratoire vétérinaire de contrôle in Bühl (Baden) siedelte JANISCH nach Hamburg über. Hier arbeitete er, im Ruhestand noch unermüdlich tätig, an einem zusammenfassenden Werk über die Gesetzmäßigkeiten der Lebenserscheinungen. Herr Prof. Dr. ENGEL vom Staatsinstitut für allgemeine Botanik gestattete ihm die mathematische Auswertung von zwei Diplomarbeiten, die er noch kurz vor seinem Tode als Manuskript über die Gesetzmäßigkeiten bei der Temperaturabhängigkeit der Oxydationsleistung nitrifizierender Bakterien vollenden konnte.

Seine ehemaligen Mitarbeiter und Doktoranden, denen ihr verehrter Lehrer nicht nur als Wissenschaftler, sondern auch als Mensch ein Vorbild war, die Fachkollegen, insbesondere auch aus der Forstwissenschaft, und seine Freunde werden das Andenken an ERNST JANISCH in Ehren halten.

Die Liste der Veröffentlichungen von ERNST JANISCH umfaßt 69 Titel. Die Mitarbeiter und Doktoranden veröffentlichten 11 von JANISCH angeregte Arbeiten.

H. MAERCKS

[1] Die Methoden, statistisch einwandfreie Vergleiche auch bei Korrelation zwischen Mittelwert und Varianz durchzuführen, waren damals noch nicht bekannt.

Berichtigungen

In dem Aufsatz von E. GERSDORF „Neue Beobachtungen über die Rübenfliege (*Pegomyia hoyscyami* Pz.), ihre Parasiten und ihre Begleitfauna in Niedersachsen" (**47**, 1960, 4) sind einige Unterschriften vertauscht worden. Es stellen dar:

Abb. 2 (S. 393) das Puparium von *Norellisoma spinimanum*
Abb. 4 (S. 393) das Puparium von *Pegomyia hyoscyami*
Abb. 9 (S. 394) das Puparium von *Pegomyia inornata*
Abb. 13 (S. 395) das Puparium von *Phorbia platura*

In der Veröffentlichung von H. SCHMUTTERER „Zur Kenntnis der Beißinsekten als Überträger pflanzlicher Viren", Teil II, Bd. 47, S. 416–439 (1960), sind infolge eines längeren Auslandsaufenthaltes des Verfassers, der die Korrektur seiner Arbeit nicht selbst vornehmen konnte, folgende Fehler unberücksichtigt geblieben und zu berichtigen:

Seite 417, 25. Zeile von oben: lies blieb statt bleibt
Seite 417, 33. Zeile: lies von Glutinosablättern statt der Glutinosapflanzen
Seite 419, 2. Abschnitt: lies 1 : 1000 statt 1 : 10 000
Seite 420, 11. Zeile von oben: lies Gemisch von Speicheldrüsenhomogenat statt Gemisch Speicheldrüsenhomogenat
Seite 420, In der Darstellung der Ergebnisse des Versuches mit Speicheldrüsenhomogenat und TMV-Saft sind die Zahlen 304, 67 und 14 mit den darunter stehenden zu tauschen
Seite 421, 2. Abschnitt: lies 1 : 10 statt : 10
Seite 422, 6. Abschnitt: lies 1 ml statt 1 mal
Seite 423, 3. Zeile ist zu streichen
Seite 429, 15. Zeile von oben: lies S. 417 statt S. 416
Seite 432, 13. Zeile von oben: lies der Nahrungsaufnahme statt Nahrungsaufnahme
Seite 434, 3. Abschnitt: lies S. 283 und S. 284 statt S. 13 bzw. S. 16
Seite 436, 7. Zeile von unten: lies Kartoffel-y-Virus statt Kartoffel-Virus

In 4., vollkommen neubearbeiteter und erweiterter Auflage
ist lieferbar:

Das Klima der bodennahen Luftschicht

Ein Lehrbuch der Mikroklimatologie

Von Prof. Dr. Rudolf Geiger, München

Sammlung „Die Wissenschaft" Band 78

4., vollkommen neubearbeitete und erweiterte Auflage, DIN A 5, XII, 648 Seiten mit 281 Abbildungen. 1961. Halbleinen 54,– DM

Inhaltsverzeichnis: Das Mikroklima und seine Erforschung – Der Wärmehaushalt der Erdoberfläche als Grundlage der Mikroklimatologie – Die bodennahe Luftschicht über ebenem und unbewachsenem Boden – Der Einfluß der Unterlage auf die bodennahe Luftschicht – Zahlenmäßige Erfassung der Wärmehaushaltsgrößen – Die bodennahe Luftschicht bei pflanzenbedecktem Boden – Forstmeteorologische Klimafragen – Einfluß der Geländegestaltung auf das Mikroklima – Die Beziehung von Mensch und Tier zum Mikroklima – Meßtechnische Hinweise für mikroklimatologische und mikrometeorologische Untersuchungen – Literaturverzeichnis.

Aus dem Vorwort zur 4. Auflage

Die gewaltige Entwicklung seit 1950, insbesondere die erstaunliche Ausweitung der praktischen Anwendung der Mikroklimatologie, macht es notwendig, das Buch neu zu schreiben. Die Abrundung unseres Wissens erlaubte auch eine noch klarere Gliederung des Stoffes.

Aus einer Besprechung der 3. Auflage

In der 3. Auflage ist zu zwei Fragen der Gegenwart Stellung genommen. Immer deutlicher wird in der letzten Zeit, daß die summierende Wirkung der vom Menschen beeinflußten Mikroklimate einen erheblichen Einfluß auf das Großklima ausüben kann. An drohenden Gefahren wurde dies erkannt. In den Kapiteln über die klimatische Fernwirkung des Waldes und über den künstlichen Windschutz wird versucht, wissenschaftlich gesicherte und praktisch brauchbare Unterlagen hierfür zu geben, und endlich wird in einem neuen Kapitel zu der am häufigsten gestellten Frage nach der Technik mikroklimatischer Beobachtungen und zur modernen und ernsten Frage der mikroklimatischen Geländekartierung Stellung genommen. So ist ein vollendetes Werk über die Klimatologie entstanden. Mit einem sehr ausführlichen Literaturverzeichnis von fast tausend Nummern schließt das schöne Werk ab.

Zeitschrift für angewandte Entomologie, Hamburg

Ausführlicher Sonderprospekt auf Wunsch

FRIEDR. VIEWEG & SOHN
BRAUNSCHWEIG · POSTFACH 185

Wir liefern aus:

Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem

HEFT 95: **Zur Toxikologie der Insektizide**
Literaturübersicht 1. Teil: Dien-Gruppe. Von Dr. P. STEINER und Dr. W. GRUCH. 1959 / 118 Seiten mit 42 Tabellen / Kartoniert 9,70 DM

HEFT 96: **Biologische Untersuchungen über die Entwicklung von Hylotrupes bajalus L. (Hausbockkäfer)**
Von Dr. A. KÖRTING. 1959 / 35 Seiten mit 7 Abbildungen und 15 Tabellen Kartoniert 3,60 DM

HEFT 97: **32. Deutsche Pflanzenschutztagung**
der Biologischen Bundesanstalt in Hannover, 6. bis 10. Oktober 1958. 1959 262 Seiten mit 79 Abbildungen und 4 Kunstdrucktafeln / Kartoniert 12,80 DM

HEFT 98: **Die Krankheiten der Weide und deren Erreger**
Von Dr. H. BUTIN. 1960 / 46 Seiten mit 27 Abbildungen / Kartoniert 5,40 DM

HEFT 99: **Hackfruchtkrankheiten und Nematodenforschung**
Festschrift anläßlich der Einweihung des Neubaues für das Institut für Hackfruchtkrankheiten und Nematodenforschung der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Münster (Westf.). 1960 / 119 Seiten mit 27 Abbildungen und 5 Tafeln / Kartoniert 13,50 DM

HEFT 100: **Das Trichogramma-Problem**
Von Dr. K. MAYER und Dr. W. QUEDNAU. 1960 / 50 Seiten mit zahlreichen Abbildungen im Text und auf Tafeln / Kartoniert 9,60 DM

HEFT 101: **Standorteinflüsse und natürliche Feinde als Begrenzungsfaktoren von Melolontha-Larvenpopulationen eines Waldgebietes (Forstamt Lorsch, Hessen)** (Coleoptera: Scarabaeidae). Von Dr. O. F. NIKLAS, Darmstadt. 1960 / 60 Seiten mit 9 Abbildungen / Kartoniert 8,30 DM

HEFT 102: **Zur Toxikologie der Insektizide**
Literaturübersicht 2. Teil: Toxaphan-Gruppe. 1960 / 64 Seiten mit zahlreichen Tabellen / Kartoniert 11,30 DM

Bibliographie der Pflanzenschutzliteratur

Herausgegeben von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem

Bearbeitet von Reg.-Rat Dr. J. BÄRNER, Berlin

Die „Bibliographie der Pflanzenschutzliteratur" wurde erstmals 1921 herausgegeben. Bis 1944 erschienen nacheinander 21 Bände, die eine Zusammenfassung der gesamten Weltliteratur bis zum Jahre 1939 enthielten. Inzwischen wurde die Reihe fortgesetzt, und es sind seitdem folgende Bände erschienen:

1940—1945 Zwei Bände	1356 Seiten / Broschiert	97,— DM
1946—1947	501 Seiten / Broschiert	44,50 DM
1948—1949	730 Seiten / Broschiert	65,— DM
1950	479 Seiten / Broschiert	42,— DM
1951	464 Seiten / Broschiert	38,— DM
1952	474 Seiten / Broschiert	43,— DM
1953	569 Seiten / Broschiert	72,— DM

Weitere Bände befinden sich in Vorbereitung. Durch diese Literatur-Zusammenstellungen werden der wissenschaftlichen Forschung wie der Praxis die Erfahrungen und Entwicklungen des Auslandes zugänglich gemacht, und es dokumentiert sich darin die Bedeutung, die dem Pflanzenschutz überall in der Welt beigemessen wird.

VERLAG PAUL PAREY · BERLIN UND HAMBURG